



TUGAS AKHIR – TI 141501

**Peningkatan *Service Level* dan Penurunan Waktu Siklus  
Truk Angkutan Semen dengan Pertimbangan *Stock  
Criticality* dan Segmentasi Jam Berangkat**

**AFILDAWINA FAKHRIAH  
2512 100 035**

Dosen Pembimbing  
**Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP**  
**NIP. 196901071994121001**

**DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI**  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016





FINAL PROJECT – TI 141501

**The Enhancement Of Distributor's Service Level And  
Cycle Time Reduction Of Cement Truck Based On  
Consideration Of Stock Criticality And Departure Time's  
Segmentation**

**AFILDAWINA FAKHRIAH  
2512 100 035**

Supervisor

**Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP**

**NIP. 196901071994121001**

**DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING**

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2016



**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PENINGKATAN *SERVICE LEVEL* DISTRIBUTOR DAN**  
**PENURUNAN WAKTU SIKLUS TRUK ANGKUTAN SEMEN**  
**DENGAN PERTIMBANGAN *STOCK CRITICALITY* DAN**  
**SEGMENTASI JAM BERANGKAT**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Oleh :

**AFILDAWINA FAKHRIAH**  
NRP. 2512 100 035

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir,  
Surabaya, Juli 2016



Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP  
NIP. 196901071994121001

**(Halaman ini sengaja dikosongkan)**

# **PENINGKATAN *SERVICE LEVEL* DISTRIBUTOR DAN PENURUNAN WAKTU SIKLUS TRUK ANGKUTAN SEMEN DENGAN PERTIMBANGAN *STOCK CRITICALITY* DAN SEGMENTASI JAM BERANGKAT**

Nama Mahasiswa : Afildawina Fakhriah  
NRP : 2512100035  
Pembimbing : Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D., CSCP

## **ABSTRAK**

PT. X termasuk pabrik semen terbesar di Indonesia dengan pangsa pasar cukup tinggi sekitar 42.8%. Produk didistribusikan kepada pelanggan melalui distributor-distributor. Selama ini, terdapat besar order yang sudah ditetapkan oleh PT. X pada awal bulannya. Namun, PT. X masih sering kehilangan kesempatan untuk menjualkan produk kepada pelanggan. Hal ini dikarenakan metode prioritas pengiriman yang masih menggunakan rasio pemenuhan dimana membandingkan antara besar rilis dengan besar order per bulan. Selain itu, produk baru akan dikirimkan setelah order dari distributor masuk ke PT. X.

Metode penjadwalan pengiriman truk saat ini tidak didasarkan pada jarak distributor sehingga menyebabkan banyak truk yang datang diluar jam buka operasional (*time windows*) distributor. Hal ini menyebabkan waktu siklus panjang. Oleh karena itu, pada penelitian ini dirancang sebuah model penjadwalan truk dengan *stock to demand ratio* yang mempertimbangkan kekritisian stok distributor (*on hand* distributor dan *in transit*) dibandingkan dengan kebutuhan selama pengiriman serta adanya pembagian jadwal pengiriman berdasarkan jarak distributor.

Hasil yang didapat, rata-rata *service level* meningkat sebesar 37.17% serta adanya penurunan waktu tunggu *time windows* truk dengan rata-rata sebesar 3.83 jam. Secara tidak langsung, hal tersebut dapat menurunkan waktu siklus distributor sebesar 5.03 jam.

**Kata Kunci:** Rasio Pemenuhan, *Stock to Demand Ratio*, Segmentasi Jam Berangkat, *Service Level*

**(Halaman ini sengaja dikosongkan)**



# **THE ENCHANCEMENT OF DISTRIBUTOR'S SERVICE LEVEL AND CYCLE TIME REDUCTION OF CEMENT TRUCK BASED ON CONSIDERATION OF STOCK CRITICALITY AND DEPARTURE TIME'S SEGMENTATION**

Name : Afildawina Fakhriah  
ID Number : 2512100035  
Supervisor : Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D., CSCP

## **ABSTRACT**

PT. X is one of the biggest cement factory in Indonesia with a market share of 42.8%. Product is distributed to customer through distributors. All this time, there's a monthly target order. However, PT.X still lost their chance to deliver product to the customer. This is because of the delivery priority method which use ratio of total release compared with monthly target order. Furthermore, product will be delivered after distributor ask an order to PT.X.

The scheduling of truck delivery currently isn't based on distance of distributor so that truck often come after distributor's time windows hours. It cause cycle time still be longer. Consequently, this research makes a schedulling of truck delivery based on stock to demand ratio which considers distributor stock criticality (on hand inventory and in transit inventory) compared with the need of lead time and segmentation of delivery scheduling based on distance of distributor.

The result are 37.17% increase of average service level and 3.83 hours decrease of average timeout time windows. Indirectly, this reduces cycle time in the amout of 5.03 hours.

**Keyword** : Ratio, Stock to Demand Ratio, departure time'ssegmentation,  
Service Level

**(Halaman ini sengaja dikosongkan)**

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	v
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian .....	5
1.5.1 Batasan .....	5
1.5.2 Asumsi .....	5
1.6 Sistematika Penulisan .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	9
2.1 Manajemen Distribusi .....	9
2.2 Transportasi .....	11
2.3 <i>Truck and Trailer Routing Problem</i> .....	11
2.4 Manajemen Persediaan .....	12
2.5 <i>Supply Chain Visibility</i> .....	13
2.6 Simulasi .....	14

2.7	<i>Discrete Event Simulation</i> .....	15
2.8	Sistem.....	16
2.9	Model .....	16
2.10	Simulasi dengan <i>software</i> ARENA.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....		19
3.1	Studi Literatur .....	19
3.2	Tahap Pengumpulan Data .....	19
3.3	Tahap Pengolahan Data .....	21
3.4	Simulasi Kebijakan Pengiriman Eksisting dari Pabrik Tuban.....	21
3.5	Perancangan Model Simulasi Skenario Perbaikan .....	21
3.6	Verifikasi dan Validasi .....	23
3.7	Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting dengan Skenario Perbaikan .....	24
3.8	Tahap Analisis Hasil dan Rekomendasi .....	25
BAB IV PENGOLAHAN DATA .....		27
4.1	Pengumpulan Data .....	27
4.1.1	Pemilihan Customer yang Digunakan dalam Model .....	27
4.1.2	Pengelompokkan Distributor Berdasarkan Jarak .....	28
4.1.3	Permintaan Distributor .....	30
4.1.4	<i>On Hand Inventory</i> Distributor.....	32
4.1.5	Kapasitas Gudang Distributor .....	33
4.1.6	Lama Perjalanan Ke Distributor .....	34
4.1.7	Data Operasi Distributor.....	34
4.2	Pembangunan Model Simulasi Eksisting .....	35
4.2.1	Model Perintah Pengiriman Semen .....	36
4.3	Verifikasi dan Validasi Model Simulasi Eksisting .....	36
4.3.1	Verifikasi Model Simulasi Eksisting .....	37

4.3.2	Validasi Model Simulasi Eksisting .....	39
4.4	Hasil Model Simulasi Eksisting .....	42
4.4.1	Waktu Tunggu Antri <i>Loading</i> .....	42
4.4.2	Waktu Tunggu <i>Time Windows</i> .....	43
4.4.3	Waktu Tunggu Antri <i>Unloading</i> .....	44
4.4.4	Waktu Siklus .....	45
4.4.5	<i>Service Level</i> Distributor.....	46
4.4.6	Utilitas Truk .....	46
4.5	Model Simulasi Skenario Perbaikan .....	47
4.5.1	Aturan <i>Loading</i> dan Segmentasi Jam Berangkat .....	47
4.5.2	Aturan <i>Stock Criticality</i> .....	50
4.6	Verifikasi dan Validasi Model Simulasi Skenario Perbaikan .....	50
4.6.1	Verifikasi Model Simulasi Skenario Perbaikan .....	50
4.7	Hasil Model Simulasi Skenario Perbaikan .....	52
4.7.1	Waktu Tunggu Antri <i>Loading</i> .....	53
4.7.2	Waktu Tunggu <i>Time Windows</i> .....	54
4.7.3	Waktu Tunggu Antri <i>Unloading</i> .....	54
4.7.4	Waktu Siklus .....	55
4.7.5	<i>Service Level</i> Distributor.....	56
4.7.6	Utilitas Truk .....	57
BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL .....		59
5.1	Analisis Model Simulasi Kebijakan Eksisting .....	59
5.1.1	Analisis Simulasi Kebijakan Eksisting Perusahaan .....	59
5.2	Analisis Model Simulasi Skenario Perbaikan .....	60
5.2.1	Analisis Simulasi Skenario Perbaikan .....	60
5.3	Analisis Perbandingan Hasil Model Eksisting dan Skenario Perbaikan	61

5.3.1	Analisis Perbandingan Waktu Antri <i>Loading</i> .....	61
5.3.2	Analisis Perbandingan Waktu <i>Time Windows</i> .....	64
5.3.3	Analisis Perbandingan Waktu Antri <i>Unloading</i> .....	67
5.3.4	Analisis Perbandingan Waktu Siklus Truk.....	69
5.3.5	Analisis Perbandingan Jumlah Truk dan Utilitas Truk .....	71
5.3.6	Analisis Perbandingan <i>Service Level</i> .....	73
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		75
6.1	Kesimpulan .....	75
6.2	Saran .....	76
DAFTAR PUSTAKA.....		77
LAMPIRAN .....		79
BIOGRAFI PENULIS .....		89

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Daftar Distributor .....	27
Tabel 4.2 Distributor Jarak Pendek .....	29
Tabel 4.3 Distributor Jarak Menengah .....	29
Tabel 4.4 Distributor Jarak Jauh .....	30
Tabel 4.5 Distribusi Permintaan Distributor .....	31
Tabel 4.6 <i>On Hand Inventory</i> Distributor .....	32
Tabel 4.7 Kapasitas Gudang Distributor .....	33
Tabel 4.8 Distribusi Lama Perjalanan Ke Distributor .....	34
Tabel 4.9 Waktu <i>Unloading</i> Distributor .....	35
Tabel 4.10 Validasi Model Eksisting .....	41
Tabel 4.12 Rata-rata Waktu Antri <i>Loading</i> Eksisting .....	42
Tabel 4.13 Rata-rata Waktu Tunggu <i>Time Windows</i> Eksisting .....	43
Tabel 4.14 Rata-rata Waktu Antri <i>Unloading</i> Eksisting .....	44
Tabel 4.15 Rata-rata Waktu Siklus Eksisting .....	45
Tabel 4.16 Rata-rata <i>Service Level</i> Eksisting .....	46
Tabel 4.17 Utilitas Truk Eksisting .....	47
Tabel 4.18 Rata-rata Waktu Antri <i>Loading</i> Perbaikan .....	53
Tabel 4.19 Rata-rata Waktu Tunggu <i>Time Windows</i> Perbaikan .....	54
Tabel 4.20 Rata-rata Waktu Tunggu Antri <i>Unloading</i> Perbaikan .....	55
Tabel 4.21 Rata-rata Waktu Siklus Perbaikan .....	56
Tabel 4.22 Rata-rata <i>Service Level</i> Perbaikan .....	56
Tabel 4.23 Utilitas Truk Perbaikan .....	57

**(Halaman ini sengaja dikosongkan)**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Pola Distribusi Pabrik Tuban PT. X.....	2
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Pengerjaan Tugas Akhir .....	20
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Simulasi Eksisting .....	22
Gambar 4.1 Hasil <i>Input Analyzer</i> Distributor 1 .....	30
Gambar 4.2 Perintah Pengiriman Semen .....	35
Gambar 4.3 Verifikasi <i>Error</i> Eksisting.....	37
Gambar 4.4 Verifikasi Logika Eksisting.....	38
Gambar 4.5 Verifikasi <i>Service Level</i> Eksisting.....	39
Gambar 4.6 Model Perintah Pengiriman Skenario .....	47
Gambar 4.7 <i>Flowchart</i> Skenario Perbaikan .....	49
Gambar 4.8 Verifikasi <i>Error</i> Perbaikan.....	51
Gambar 4.9 Verifikasi Logika Perbaikan.....	51
Gambar 4.10 Verifikasi <i>Service Level</i> Perbaikan .....	52
Gambar 4.11 Verifikasi <i>Service Level</i> Perbaikan Dengan <i>Stockout</i> .....	52
Gambar 5.1 Perbandingan Waktu Antri <i>Loading</i> .....	62
Gambar 5.2 Perbandingan Waktu Antri <i>Loading</i> Jarak Dekat .....	62
Gambar 5.3 Perbandingan Waktu Antri <i>Loading</i> Jarak Menengah .....	63
Gambar 5.4 Perbandingan Waktu Antri <i>Loading</i> Jarak Jauh.....	63
Gambar 5.5 Perbandingan Waktu Tunggu <i>Time Windows</i> Jarak Dekat .....	64
Gambar 5.6 Perbandingan Waktu Tunggu <i>Time Windows</i> Jarak Menengah.....	65
Gambar 5.7 Perbandingan Waktu Tunggu <i>Time Windows</i> Jarak Jauh .....	66
Gambar 5.8 Perbandingan Waktu Tunggu <i>Time Windows</i> .....	67
Gambar 5.9 Perbandingan Waktu Antri <i>Unloading</i> Jarak Dekat.....	67
Gambar 5.10 Perbandingan Waktu Antri <i>Unloading</i> Jarak Menengah .....	68
Gambar 5.11 Perbandingan Waktu Antri <i>Unloading</i> Jarak Jauh.....	69
Gambar 5.12 Perbandingan Waktu Siklus Jarak Dekat .....	70
Gambar 5.13 Perbandingan Waktu Siklus Jarak Menengah.....	70
Gambar 5.14 Perbandingan Waktu Siklus Jarak Jauh .....	71
Gambar 5.15 Perbandingan Jumlah Truk Terpakai .....	72

Gambar 5.16 Perbandingan Utilitas Truk.....	72
Gambar 5.17 Perbandingan <i>Service Level</i> .....	73

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan dijelaskan tentang latar belakang dilakukannya penelitian tugas akhir, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup dan sistematika penulisan.

### **1.1 Latar Belakang**

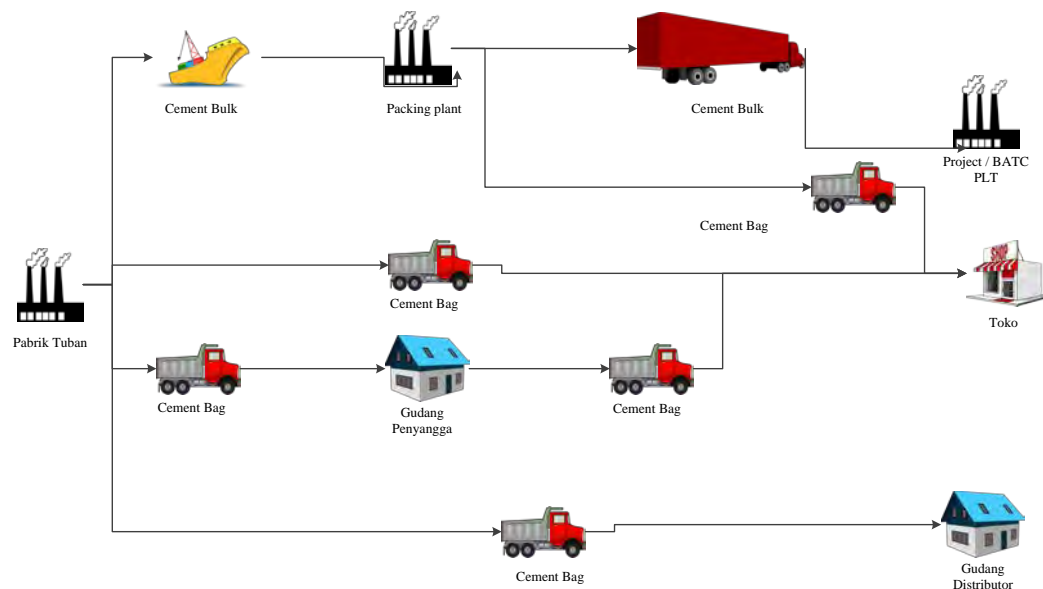
Semen merupakan produk yang sangat dibutuhkan pada era pembangunan seperti ini. Hal ini dibuktikan dari adanya peningkatan permintaan semen sebanyak 13% dari periode sebelumnya pada tahun 2013, 5.2% dari periode sebelumnya pada tahun 2014, dan 1% dari periode sebelumnya pada tahun 2015. Kenaikan kebutuhan ini merupakan akibat dari adanya peningkatan pembangunan properti dan pembangunan proyek infrastruktur pemerintahan seperti bendungan, tol, properti dan lainnya.

Dengan meningkatnya kebutuhan semen, produsen semen terus meningkatkan produksi dan melakukan ekspansi setiap tahunnya. Walaupun memiliki permintaan yang tinggi seperti ini, margin keuntungan dari semen sangat rendah sehingga dibutuhkan produksi semen dalam jumlah besar untuk menekan biaya produksi dan kemampuan untuk mendistribusikan semen seefisien mungkin agar dapat menekan biaya logistik. Adanya persaingan yang sangat ketat saat ini membuat pelaku industri persemenan nasional harus terus meningkatkan efisiensi operasional untuk mempertahankan kinerjanya.

PT. X termasuk pabrik semen terbesar di Indonesia dengan pangsa pasar cukup tinggi sekitar 42.8%. Walaupun dengan pangsa pasar yang cukup tinggi, biaya ongkos angkut dan bongkar muat masih menjadi komponen terbesar dari beban usaha di PT. X yaitu sebesar Rp 923 Miliar atau 39.8% dari total beban usaha (Madasari, 2012). Melalui fakta tersebut, efisiensi biaya logistik menjadi sangat penting. Efisiensi biaya logistik dapat diwujudkan dengan adanya pengaturan distribusi dan transportasi yang baik serta pembangunan beberapa fasilitas seperti

adanya *packing plant* di beberapa kota pemasaran potensial untuk menekan beban operasional per ton.

Ditinjau dari jenis moda transportasi, sistem distribusi PT. X terbagi menjadi dua yakni transportasi darat dan laut. Sekitar 80% pengiriman dilakukan dengan jalur darat dan 20% pengiriman jalur laut. Sementara itu, ditinjau dari jenis produknya, distribusi semen terbagi menjadi pengiriman dalam bentuk curah dan *cement bag* (zak). Pengiriman dalam bentuk *cement bag* (zak) dilakukan dengan jalur darat dan memiliki tingkat kekompleksan lebih tinggi dibandingkan curah. Hal ini dikarenakan saat ini tujuan pengiriman dapat mencapai 1.200 titik setiap harinya menggunakan lebih dari 1.000 unit truk pengangkut semen yang dikelola oleh beberapa perusahaan ekspediter (Respandy, 2013). Berikut pola distribusi semen secara umum dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Pola Distribusi Pabrik Tuban PT. X

Pada Gambar 1.1, pengiriman semen zak yang dikirim dari pabrik Tuban memiliki beberapa opsi jalur pengiriman. Sedangkan secara proses pengiriman, pengiriman semen zak dari pabrik Tuban memiliki dua tahapan. Tahapan pertama yang dilakukan oleh biro transportasi yaitu penentuan truk yang tersedia di *cargo* atau tempat menunggu bagi truk untuk melakukan pengiriman ke daerah tujuan sesuai dengan kontrak antara perusahaan dengan pihak ekspediter berupa kontrak ritase. Kontrak ritase yaitu pengiriman semen zak dari pabrik ke node tujuan hingga

kembali ke pabrik lagi. Sedangkan tahapan kedua yaitu proses menyamakan (*match*) alamat yang dijadikan node tujuan.

Saat ini, setiap distributor memiliki target *order* per bulan. Namun, permintaan distributor (*order*) kepada pabrik masih sering tidak mencapai target. Hal ini dikarenakan *order* distributor tidak dilakukan setiap hari pada beberapa distributor dan pabrik baru akan merilis semen setelah *order* masuk. Selain itu, prioritas pengiriman didasarkan pada rasio pemenuhan antara total permintaan distributor dengan total yang telah dikirim. Hal ini tidak sesuai dengan kondisi riil kebutuhan masing-masing distributor sehingga terjadi kendala-kendala saat ingin melakukan *unloading* di distributor. Tidak adanya pembagian waktu mulai berangkat distributor menyebabkan banyak truk yang datang diluar *time windows*. Keseluruhan kondisi eksisting ini menyebabkan banyak distributor yang tidak dapat memenuhi target realisasi pengiriman harian ke distributor dan toko. Hal ini juga dapat menyebabkan perusahaan kehilangan kesempatan untuk menjualkan produk ke *customer*. Berikut beberapa permasalahan yang sering terjadi pada pendistribusian semen seperti:

1. Waktu perjalanan pengiriman di setiap daerah sangat bervariasi dan tidak pasti, tergantung jarak, kondisi jalan, tingkat kemacetan, dan jam pengiriman.
2. Jam buka distributor dan toko hanya mulai pukul 08.00-17.00.
3. Waktu antri *loading* di pabrik yang bervariasi karena banyaknya tujuan pengiriman tidak dilihat berdasarkan jarak distributor sehingga banyak truk yang datang bukan pada *time windows* distributor.
4. Waktu antri *unloading* di distributor dan toko yang bervariasi karena adanya keterbatasan kapasitas gudang distributor dan kemampuan *unloading* di distributor dan toko mengakibatkan banyaknya truk yang mengantri di distributor.
5. Terlalu banyaknya daerah yang *discover* oleh pabrik Tuban membutuhkan truk dalam jumlah besar karena terdapat beberapa daerah yang memiliki jarak cukup jauh dari pabrik.
6. Masih menggunakan rasio pemenuhan antara permintaan distributor dengan total yang telah dikirim sebagai dasar prioritas pengiriman.

Kondisi ini tidak menggambarkan kebutuhan riil tiap distributor sehingga terjadi permasalahan kekurangan pasokan pada sebagian distributor dan kelebihan pasokan pada sebagian distributor.

Adanya beberapa permasalahan diatas dapat mengakibatkan semakin panjangnya waktu siklus dan tidak sesuai jumlah pengiriman semen bila dibandingkan pangsa pasar masing-masing daerah distributor tersebut. Tidak sesuai rasio pemenuhan sebagai dasar prioritas pengiriman mengakibatkan adanya ketidaksesuaian pasokan distributor dengan pangsa pasar yang ada. Dari permasalahan yang ada, dibutuhkan metode pengiriman yang tepat untuk daerah-daerah yang *dicover* pabrik Tuban agar dapat mencapai target perusahaan. Hal ini secara tidak langsung juga akan meningkatkan *service level* tiap distributor dan penggunaan kebijakan pemilihan prioritas pengiriman yang baru juga akan menurunkan *stockout* di masing-masing distributor.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini yaitu bagaimana menciptakan skenario distribusi yang mampu menghasilkan waktu siklus lebih pendek dan *service level* yang lebih tinggi dengan menggunakan kebijakan baru dalam menentukan prioritas pengiriman berdasarkan titik kritis persediaan (*stock criticality*) masing-masing distributor, adanya segmentasi jam berangkat, dan peraturan jam berangkat berdasarkan jarak distributor.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan kebijakan prioritas pengiriman yang sesuai dengan kebutuhan masing-masing distributor.
2. Menghasilkan kebijakan penentuan waktu pemberangkatan berdasarkan jarak distributor sehingga dapat menurunkan probabilitas truk datang bukan pada *time windows* distributor.
3. Membandingkan antarwaktu antri menunggu *time windows* dengan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perjalanan, waktu siklus truk,

dan *service level* antara kebijakan eksisting dengan kebijakan yang baru berdasarkan hasil simulasi.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan kebijakan penjadwalan pengiriman sesuai dengan jarak distributor dan segmentasi jam berangkat.
2. Mendapatkan kebijakan prioritas pengiriman ke distributor yang optimal.

#### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Untuk lebih memfokuskan penelitian serta menyederhanakan permasalahan yang ada sehingga dapat diselesaikan dengan metode ilmiah, maka peneliti menentukan ruang lingkup penelitian. Ruang lingkup penelitian terdiri dari batasan dan asumsi.

##### **1.5.1 Batasan**

Batasan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Pengamatan hanya dilakukan untuk semen PPC zak dengan ukuran 40kg.
2. Daerah pengiriman dibatasi hanya penjualan semen di DIY dan Jawa Tengah.
3. Pengamatan dilakukan untuk pengiriman jalur darat dengan truk berkapasitas 32 Ton (Truk trailer tronton 5 sumbu JBI II) menuju distributor.
4. Hari kerja distributor hanya pada hari Senin hingga Jumat.
5. Pengamatan dilakukan dari mulai antri cargo, *loading*, perjalanan ke distributor, antri *unloading*, *unloading*, hingga perjalanan kembali ke pabrik.

##### **1.5.2 Asumsi**

Asumsi yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Tidak ada jadwal *maintenance* atau *breakdown* untuk semua truk karena truk selalu dalam kondisi prima.

2. Waktu istirahat diasumsikan sudah termasuk ke dalam waktu perjalanan truk, sehingga truk yang baru sampai pabrik dapat melakukan pengiriman kembali.
3. *Time windows* distributor di semua daerah yaitu pukul 08.00-17.00.
4. Data *inventory* sebagai informasi *stock* dicatat dengan baik oleh distributor.
5. Waktu kirim ke distributor sama dengan waktu yang dibutuhkan untuk kembali ke pabrik.
6. *Loading line* berjumlah 26 seluruhnya digunakan untuk menangani pengiriman pada distributor Jawa Tengah dan DIY.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai susunan penulisan yang digunakan dalam laporan penelitian ini. Berikut adalah susunan penulisan tersebut.

## **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang dilakukannya penelitian, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian serta sistematika penulisan laporan tugas akhir.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi landasan awal dari penelitian ini menggunakan berbagai studi literatur yang membantu peneliti untuk menentukan metode yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi metodologi penelitian yang terdiri dari tahapan-tahapan proses penelitian atau urutan langkah yang harus dilakukan oleh peneliti dalam menjalankan penelitian agar dapat berjalan sistematis, terstruktur dan terarah. Pada bab ini, tahap pengerjaan akan digambarkan dalam *flowchart* pengerjaan laporan tugas akhir dan *flowchart* model jaringan distribusi yang akan disimulasikan.



#### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengumpulan dan pengolahan data yang bertujuan untuk mencari dan mengolah data guna menyelesaikan permasalahan yang dirumuskan, dan mencapai tujuan penelitian.

#### **BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA**

Pada bab ini, akan dilakukan analisis hasil dan interpretasi data. Hasil yang dianalisis merupakan hasil yang telah diperoleh dari pengolahan data. Sedangkan interpretasi data, merupakan uraian secara detail dan sistematis dari hasil pengolahan data. Hasil yang diperoleh dari pengolahan data merupakan jawaban dari permasalahan yang dirumuskan, dan menjadi dasar untuk melakukan penarikan kesimpulan dan pemberian rekomendasi/saran.

#### **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai penarikan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, untuk menjawab tujuan penelitian dan akan diberikan sarana serta rekomendasi untuk perbaikan perusahaan, serta peluang bagi penelitian selanjutnya.

**(Halaman ini sengaja dikosongkan)**

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai teori dan studi literatur yang mendukung dan menjadi landasan untuk melaksanakan kegiatan penelitian tugas akhir ini.

#### **2.1 Manajemen Distribusi**

Kegiatan manajemen distribusi mencakup pengiriman dan penyimpanan produk, pengolahan informasi dan pelayanan kepada pelanggan (Pujawan & Mahendrawati, 2010). Kegiatan distribusi juga dapat meningkatkan *competitiveness* perusahaan dalam memenangkan kompetisi pasar. Beberapa fungsi dasar dari adanya manajemen distribusi dan transportasi:

1. Melakukan segmentasi dan menentukan target *service level*. Segmentasi diperlukan karena karakteristik pelanggan sangat bervariasi. Dengan memahami karakteristik dan kontribusi tiap pelanggan atau area distribusi, perusahaan bisa memaksimalkan pendapatan.
2. Menentukan mode transportasi yang digunakan. Mode transportasi yang tepat disesuaikan dengan kondisi perusahaan dan pelanggan.
3. Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman. Dengan adanya konsolidasi ini dapat menyamakan antara permintaan pelanggan dan jumlah yang dikirimkan oleh perusahaan.
4. Melakukan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman. Penjadwalan dan penentuan rute pengiriman menjadi hal yang sulit namun sangat berpengaruh terhadap biaya sehingga perusahaan perlu mengambil keputusan antara biaya pengiriman atau biaya penyimpanan yang tinggi.
5. Memberikan pelayanan nilai tambah. Pelayanan ini dapat mengakomodasi kebutuhan lokal dalam bentuk jasa seperti jasa pengepakan, pelabelan harga, pemberian *barcode*, dan lain sebagainya.

6. Menyimpan persediaan. Manajemen distribusi tidak dapat dipisahkan dengan manajemen pergudangan karena jaringan distribusi melibatkan proses penyimpanan produk di gudang.
7. Menangani pengembalian (*return*). Pelayanan pengembalian barang yang rusak atau tidak terjual juga dilakukan menggunakan manajemen distribusi ini.

Terdapat tiga strategi distribusi produk dari pabrik ke *customer*. Ketiga strategi tersebut yaitu:

**1. Pengiriman Langsung (*Direct Shipment*)**

Pengiriman produk langsung dari pabrik ke pelanggan tanpa melalui gudang atau fasilitas penyangga. Produk yang cocok menggunakan tipe strategi distribusi yaitu produk yang memiliki umur pendek, dan mudah rusak saat proses bongkar. Pengiriman model ini dapat mengurangi biaya fasilitas dan biaya *inventory* tetapi meningkatkan biaya transportasi karena berkurang kesempatan mencapai *economics of scale*. Kelemahan lainnya yaitu adanya ketidakpastian permintaan dan pasokan menyebabkan perusahaan harus menanggung risiko.

**2. Pengiriman Melalui *Warehouse***

Produk yang cocok menggunakan tipe strategi distribusi yaitu produk yang memiliki daya tahan lama dan memiliki faktor ketidakpastian *demand/supply* yang tinggi. Kelebihan tipe ini perusahaan dapat mengurangi ketidakpastian tersebut dan dapat melakukan pengiriman dengan *economics of scale*. Sedangkan kelemahan tipe ini biaya fasilitas tinggi, barang semakin lama sampai ke pelanggan, dan tingginya kemungkinan kerusakan barang saat proses bongkar.

**3. *Cross-docking***

Adanya fasilitas *cross-dock* yang berada diantara pabrik dan pelanggan akan mempertemukan kendaraan antara pabrik dan pelanggan dan terjadi transfer beban. Kelebihan tipe ini yaitu dengan adanya konsolidasi pengiriman semakin cepat dan tetap sesuai *economics of scale*, dan kegiatan *handling* dan *inventory* berkurang. Namun kelemahan tipe ini investasi sistem koordinasi yang cukup tinggi.

## 2.2 Transportasi

Transportasi merupakan pergerakan produk dari satu lokasi ke lokasi yang lain di dalam sebuah rantai suplai (Chopra & Meindl, 2001). Terdapat dua pelaku utama yang terlibat dalam aktivitas transportasi yaitu:

1. *Shipper*, yaitu pihak ataupun perusahaan yang memerlukan jasa pendistribusian produk ke konsumen.
2. *Carrier*, yaitu pihak yang menyediakan jasa pengangkutan produk sampai ke konsumen.

Terdapat beberapa hal yang biasanya menjadi dasar pertimbangan dalam mengevaluasi mode transportasi dilihat dari dua sudut pandang (*shipper* dan *carrier*) (Pujawan & Mahendrawati, 2010). Apabila dilihat dari sudut pengirim atau *carrier*, biaya investasi alat transportasi (pembelian atau sewa alat transportasi), biaya operasional tetap (tidak bergantung pada volume seperti biaya terminal atau bandara), dan biaya operasional variabel (bergantung dari volume atau jarak seperti bahan bakar). Sedangkan dari sudut *shipper*, adanya pengambilan keputusan didasarkan pada pertimbangan untuk meminimalkan total biaya yang terdiri dari *inventory carrying cost*, biaya transportasi, dan informasi, dengan mempertimbangkan tingkat pemenuhan pelayanan dan kepuasan bagi konsumen. Jenis mode transportasi yang biasanya digunakan oleh *carrier* seperti truk, kereta api, kapal, pesawat dan *pipeline*.

## 2.3 Truck and Trailer Routing Problem

Chao (2002) pertama kali memperkenalkan *truck and trailer routing problem*. Perbedaan antara *truck and trailer routing problem* dengan *vehicle routing problem* biasa yaitu terdapat komposisi penggunaan truk dan trailer sebagai kendaraan distribusi. Terdapat dua tipe konsumen yaitu konsumen truk yang hanya bisa dilayani oleh truk tanpa trailer atau lebih dikenal dengan *truck-stores* dan konsumen yang dapat dilayani dengan truk dan trailer secara komplit. Batsyn & Ponomarenko (2014) menjelaskan untuk kasus *truck-stores*, trailer dapat berhenti pada lokasi *transshipment* atau *trailer-store* (toko yang dapat dilayani oleh trailer). Truk tanpa trailer dapat mengunjungi beberapa toko termasuk *trailer-store*, tetapi harus kembali ke trailer awalnya. Ketika trailer berhenti di *trailer-store*, toko ini

dilayani oleh trailer sedangkan truk melayani *truck-store* pada waktu yang bersamaan. Pada kasus ini, pemindahan barang diperlukan, apakah tidak cukup barang di truk untuk melayani *truck-store* (*load transfer to a truck*) atau tidak cukup barang di trailer untuk melayani (*trailer-store load transfer to a trailer*).

Batsyn & Ponomarenko (2014) juga menjelaskan bahwa *hard time window* merupakan waktu buka dan tutup operasional toko. *Hard time window* tidak dapat dilanggar. Setiap toko biasanya juga memiliki *soft time window* yang diartikan sebagai jam pengiriman yang paling disukai. *Soft time window* dapat dilanggar, tetapi jumlah pelanggaran dibatasi. *Transshipment location* hanya mempunyai *hard time window*. Jika ada permintaan toko yang lebih besar dibandingkan kapasitas terbesar kendaraan maka akan dilakukan pembagian antara jumlah kendaraan minimum yang diperlukan. Permintaan yang lebih kecil dapat dibagi menjadi dua kendaraan, tetapi jumlah pembagian terbatas. Hanya satu pembagian pengiriman yang diperlukan untuk menggunakan *soft time window* toko sedangkan yang lainnya harus menggunakan *hard time window*.

## 2.4 Manajemen Persediaan

Manajemen persediaan berhubungan erat dengan peningkatan *service level* dalam memenuhi permintaan konsumen dan biaya yang dibutuhkan untuk memastikan ketersediaan produk (Ballou, 2004). Tujuan utama dari manajemen persediaan adalah untuk memastikan tersedianya produk pada suatu waktu sesuai dengan kuantitas yang dibutuhkan.

Tingkat persediaan juga dapat digunakan sebagai *trigger* distributor untuk melakukan permintaan produk ke perusahaan sebelum terjadinya *stockout*. Hal ini sebagai antisipasi dari adanya ketidakpastian selama proses pemenuhan permintaan seperti *lead time* dan jumlah permintaan / pasokan. Tingkat persediaan yang digunakan yaitu batas *reorder point* dari masing-masing konsumen (Pujawan & Mahendrawati, 2010). Hal ini akan menentukan waktu pemesanan kembali dan waktu pengiriman yang tepat. Berikut merupakan rumus dari perhitungan *reorder point* (ROP).

$$ROP = (demand \times lead\ time) + safety\ stock \quad (2.1)$$

Selain menggunakan rumus ini, pada penelitian ini ditambahkan perhitungan *stock to demand ratio* dalam pemilihan prioritas pengiriman produk ke distributor.

## 2.5 *Supply Chain Visibility*

Memasuki era informasi, perusahaan pun semakin memiliki persaingan yang ketat dengan adanya perubahan *business environment* yang mengharuskan memiliki kecepatan dalam merespon permintaan pasar. Informasi menjadi aspek utama suatu perusahaan agar dapat bersaing dengan kompetitor. Informasi juga dapat mempengaruhi dalam pengambilan keputusan yang akan berpengaruh terhadap proses bisnis suatu perusahaan. Kemampuan perusahaan untuk saling berbagi informasi dengan pihak-pihak yang terkait dapat menjadikan perusahaan unggul dalam mencapai target pasar yang diinginkan. Pihak-pihak yang terkait ini merupakan pihak yang selama ini melakukan kerja sama dalam memasarkan produk perusahaan seperti distributor dan *retailer* serta pihak yang mempengaruhi kepastian pengolahan produk seperti *supplier*.

*Supply chain visibility* yaitu kemampuan perusahaan untuk membagikan informasi yang berhubungan dengan strategi rantai pasok dan operasional kepada partner di dalam rangkaian rantai pasok perusahaan (Caridi, et al., 2014). Dengan semakin baik kualitas *visibility* perusahaan untuk mengetahui kondisi *supply and demand*, maka perusahaan akan semakin cepat dan lebih baik dalam memutuskan kebijakan agar tercapai sistem produksi yang lebih tanggap.

Beberapa penelitian telah mengungkapkan bahwa dengan adanya *supply chain visibility* akan menghasilkan perbaikan performansi *supply chain* ditinjau dari 5 aspek yaitu biaya, kualitas, *service level*, fleksibilitas, dan waktu. Untuk masing-masing aspek memiliki indikator performansi yaitu:

1. Biaya: biaya distribusi, biaya *inventory*, biaya *stock out*, biaya *shortage*, biaya *penalty* akibat *back order*, dan total biaya keseluruhan.
2. Kualitas: level kualitas jasa, internal, dan eksternal.
3. *Service level*: *On time delivery*, *customer response time*, dan ketersediaan produk.

4. Fleksibilitas: fleksibilitas volume, *mix flexibility*, dan fleksibilitas produk baru.
5. Waktu: *manufacturing lead-time*, waktu pengembangan produk baru, waktu siklus, dan *responsiveness*.

Terdapat beberapa penelitian pula yang mengungkapkan adanya perbedaan dampak performansi dari *supply chain visibility* ditinjau dari hubungan rantai pasoknya.

1. *Two tier supply chain* (1 pemasok dan 1 pembeli) : *service level*, biaya *inventory*, biaya *stock out*, dan biaya *shortage*.
2. *Two tier supply chain* (banyak pemasok dan banyak pembeli) : kualitas (level kualitas jasa; level kualitas internal), total biaya keseluruhan, *service level* (*on time delivery*; ketersediaan produk), biaya *inventory*, biaya *penalty* akibat *back order*, dan *responsiveness*.
3. *Multiple tier supply chain*: biaya *inventory*, ketersediaan produk, dan kualitas (level kualitas eksternal)

## 2.6 Simulasi

Simulasi merupakan tiruan dari proses kehidupan nyata atau sistem dari waktu ke waktu (Banks, et al., 2000). Simulasi juga dapat diartikan sebagai permodelan proses atau sistem sedemikian rupa sehingga model meniru respon dari sistem yang sebenarnya dari waktu ke waktu (Schriber, 1987). Simulasi digunakan untuk meniru perilaku sistem nyata dan digambarkan dalam *software* komputer. Keunggulan dari simulasi yaitu dapat menggambarkan perubahan yang terjadi dari waktu ke waktu, terdapat langkah untuk memvalidasi suatu keputusan yang dibuat, murah, tidak memakan waktu, dan tidak mengganggu teknik *trial-error*.

Karakteristik simulasi yaitu dapat menangkap saling ketergantungan sistem, adanya variabilitas dalam sistem, dapat digunakan untuk memodelkan berbagai sistem, menggambarkan perilaku dari waktu ke waktu, dan adanya kompleksitas. Simulasi hanya dapat cocok digunakan untuk permasalahan yang kuantitatif, adanya proses perulangan, aktivitas dan kejadian saling ketergantungan dan bervariasi, biaya yang dikeluarkan untuk membuat keputusan lebih besar dibanding biaya pembuatan simulasi, dan biaya untuk melakukan eksperimen



secara nyata lebih mahal dibandingkan biaya simulasi. Langkah pembuatan simulasi yaitu:

1. Memformulasikan hipotesis.
2. Mengembangkan model simulasi.
3. Merancang eksperimen.
4. Menguji hipotesis melalui eksperimen.
5. Menggambarkan kesimpulan tentang validitas hipotesis.

Terdapat beberapa macam klasifikasi model simulasi menurut Kelton (2010), yaitu:

1. Simulasi statis dan dinamis  
Simulasi yang dibedakan berdasarkan pengaruh terhadap waktu. Simulasi statis merupakan simulasi yang tidak mempunyai pengaruh besar terhadap waktu. Sedangkan simulasi dinamis adalah simulasi pada suatu sistem yang memiliki pengaruh besar terhadap waktu.
2. Simulasi kontinyu dan diskrit.  
Simulasi yang dibedakan berdasarkan adanya perubahan tiap satuan waktu. Pada model kontinyu, status sistem dapat berubah secara terus menerus tiap satuan waktu. Sedangkan simulasi diskrit adalah simulasi yang memiliki variabel dari sistem yang dapat berubah-ubah pada titik waktu tertentu.
3. Simulasi deterministik dan stokastik.  
Simulasi yang dibedakan berdasarkan sifat probabilistik. Simulasi deterministik merupakan simulasi pada suatu sistem yang tidak mengandung variabel yang bersifat probabilistik. Model simulasi deterministik tidak memiliki *random input*. Sedangkan simulasi stokastik merupakan simulasi pada suatu sistem yang mengandung variabel yang bersifat probabilistik.

## **2.7 Discrete Event Simulation**

*Discrete Event Simulation* adalah simulasi pada sistem yang perubahan *state*-nya terjadi pada titik-titik diskrit dalam waktu tertentu dan bertindak sebagai *event*. Komponen dari simulasi diskrit antara lain:

1. *Simulation Clock*  
*Simulation clock* menggambarkan transisi simulasi dari satu *event* diskrit ke *event* selanjutnya.
2. *Entity attributes*  
*Entity attributes* digunakan untuk menyimpan data statistik dari entitas yang diproses dalam sistem.
3. Keadaan dari sistem itu sendiri  
Hal ini dibutuhkan untuk menggambarkan keadaan sistem dalam waktu-waktu tertentu.

## 2.8 Sistem

Sistem merupakan elemen-elemen yang saling terintegrasi untuk mencapai tujuan yang sama (McLeod & Schell, 2003). Pada sudut pandang simulasi, sistem terdiri dari entitas, aktivitas, sumber daya (*resource*), dan *control*. Berikut beberapa komponen dalam suatu sistem:

1. Entitas; sesuatu yang dikenai proses dalam sebuah sistem nyata yang memiliki atribut tertentu.
2. Atribut; hal yang melekat dan berkaitan dengan entitas dalam sebuah sistem.
3. Aktivitas; kejadian nyata yang terjadi dalam suatu waktu dan tempat dimana terdapat komponen yang berpengaruh didalamnya.
4. Variabel; hal yang melekat, berpengaruh pada keseluruhan sistem nyata dan dapat merefleksikan beberapa karakteristik suatu sistem.
5. Sumber daya(*Resource*); hal yang melakukan suatu proses.
6. Antrian (*Queue*); keadaan dimana entitas membutuhkan untuk merebut unit dari sumber daya lain yang sibuk oleh entitas lain.
7. *Control*; penanda sistem berjalan dan memberikan urutan proses serta logika sistem.

## 2.9 Model

Model merupakan representasi dari suatu sistem yang menggambarkan komponen dan perilaku sistem secara keseluruhan (Banks, et al., 2000). Namun,

terdapat batasan dari suatu model yang menggambarkan sistem. Model harus cukup kompleks untuk menjawab pertanyaan tetapi tidak terlalu kompleks. Kriteria dari sebuah model yaitu:

1. Mudah dimengerti.
2. Tujuan jelas dan mudah dipahami.
3. Mengandung pemecahan permasalahan yang jelas.
4. Mudah untuk dikontrol dan dimanipulasi
5. Mempunyai potensi untuk dikembangkan.

## **2.10 Simulasi dengan *software* ARENA**

Simulasi menggunakan *software* ARENA lebih fleksibel dalam analisis untuk pembuatan model simulasi yang merepresentasikan sistem. ARENA menyediakan kombinasi dari model simulasi grafik dan model simulasi analisis. Kasus permasalahan yang bisa diselesaikan oleh *software* ini yaitu permasalahan simulasi diskrit. Langkah dalam pembuatan simulasi ARENA yaitu:

1. Pengumpulan data.
2. *Fitting distribution* data.
3. Membangun model ARENA dari sistem permasalahan yang diangkat.
4. Melakukan *input* data yang telah dilakukan *fitting* untuk digunakan pada model yang sudah dibangun.
5. Menjalankan model simulasi ARENA.
6. Melakukan verifikasi model.
7. Melakukan validasi model.

**(Halaman ini sengaja dikosongkan)**

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini akan dibahas mengenai tahapan yang dilakukan untuk menyelesaikan penelitian tugas akhir ini. Tahapan yang dirancang akan digunakan sebagai pedoman agar pengerjaan dilakukan secara sistematis dan tercapai tujuan. Tahapan pengerjaan akan digambarkan dalam *flowchart* pengerjaan dan *flowchart* model jaringan distribusi yang akan disimulasikan. Tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini akan dijelaskan dalam Gambar 3.1.

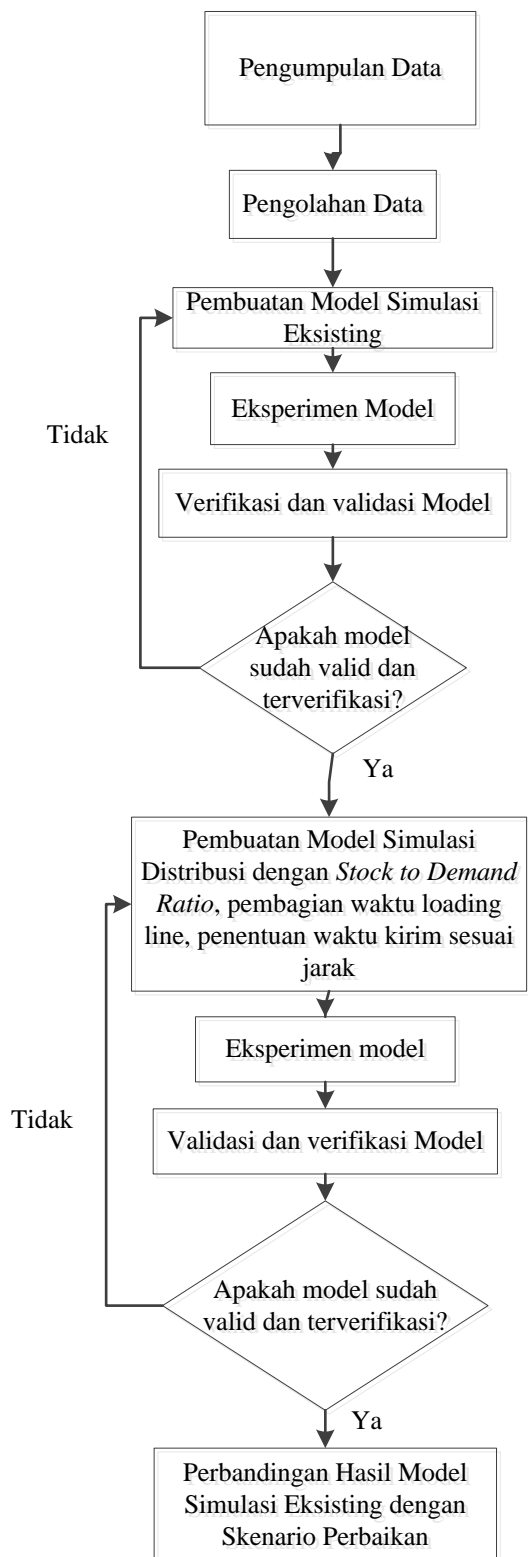
#### **3.1 Studi Literatur**

Studi literatur yang digunakan dalam tahapan ini yakni referensi seperti jurnal ilmiah, buku-buku referensi terkait, penelitian terdahulu yang memiliki fokus yang sama, dan literatur mengenai simulasi arena yang akan digunakan untuk membantu membuat model arena pada permasalahan distribusi dan transportasi pada laporan tugas akhir ini.

#### **3.2 Tahap Pengumpulan Data**

Pada tahapan ini akan dijelaskan mengenai data-data yang dibutuhkan selama pembuatan laporan tugas akhir. Data-data tersebut disesuaikan dengan kebutuhan data untuk penugasan dan penjadwalan truk dan akan diolah sehingga mendapatkan hasil sesuai dengan yang diinginkan. Data-data yang dibutuhkan sebagai berikut:

1. Data permintaan tiap distributor untuk jenis semen PPC zak ukuran 40kg.
2. Data lokasi masing-masing distributor.
3. Data *inventory* sebagai *initial value* untuk penentuan rasio pengiriman.
4. Data realisasi pengiriman selama 6 bulan (seperti waktu antri *loading*, waktu *loading*, waktu antri *unloading*, waktu *unloading*, dan waktu pengiriman).



Gambar 3.1 *Flowchart* Pengerjaan Tugas Akhir

### **3.3 Tahap Pengolahan Data**

Pada tahapan ini merupakan pengolahan data dari data yang telah dikumpulkan. Berikut tahapan yang dilakukan dalam pengolahan data:

1. **Pemilihan Customer yang Dilakukan Simulasi**

Pemilihan customer yang akan disimulasi yaitu distributor yang berada di wilayah Jawa Tengah. Terdapat 6 area secara umum yaitu Kudus, Semarang, Surakarta, DIY, Tegal, dan Purwokerto. Masing-masing area memiliki kota penjualan masing-masing. Dari masing-masing kota memiliki waktu perjalanan dan waktu proses dalam melakukan pengiriman semen. Waktu proses tersebut terdiri dari waktu *loading* di Pabrik Tuban dan waktu *unloading* di distributor.

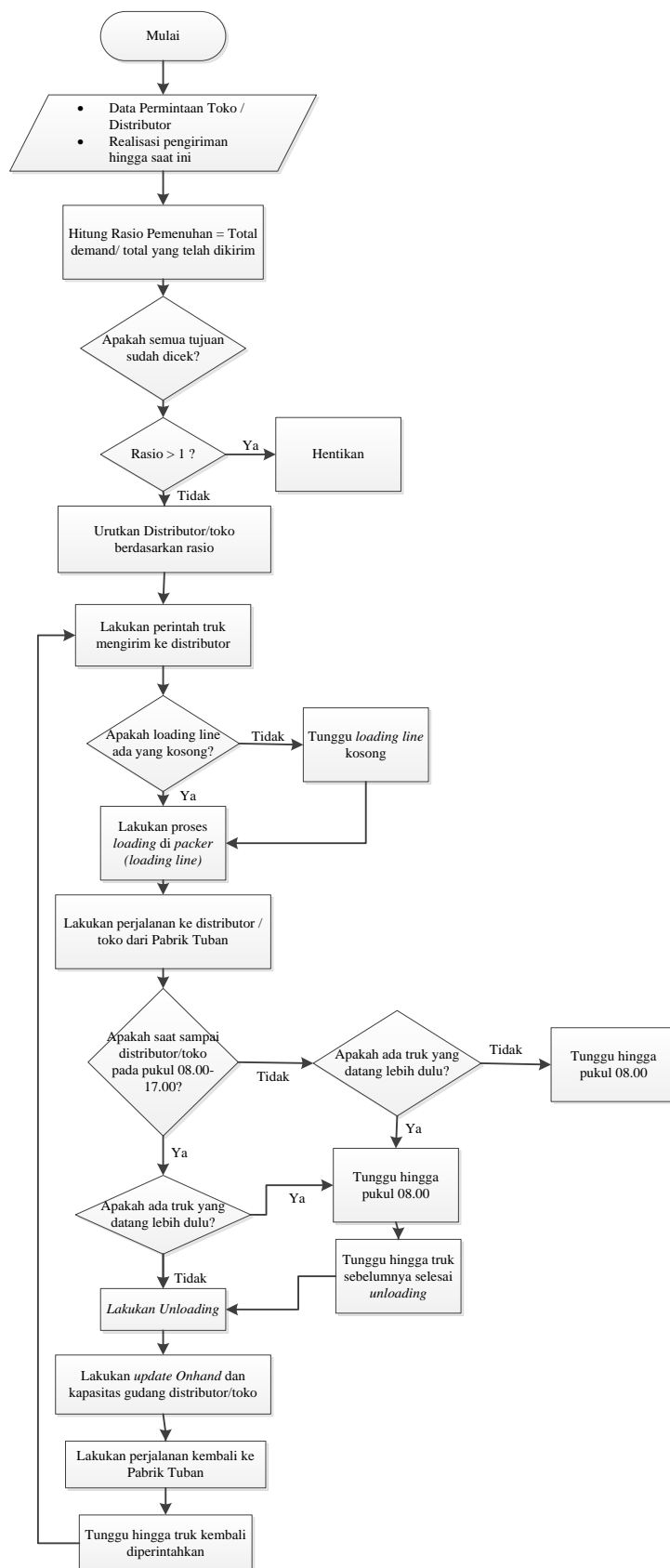
2. *Fitting* distribusi dilakukan untuk mendapatkan pola dari data-data yang diperoleh. *Fitting* distribusi dilakukan menggunakan *software* Arena dengan *goodness of fit*. Hasil dari *fitting* distribusi akan dijadikan *input* dalam simulasi.

### **3.4 Simulasi Kebijakan Pengiriman Eksisting dari Pabrik Tuban**

Simulasi kebijakan eksisting dilakukan untuk mengetahui proses pendistribusian semen yang selama ini dilakukan oleh perusahaan. Simulasi dilakukan menggunakan *software* Arena. Berikut ini akan dijelaskan mengenai alur pendistribusian semen dari pabrik Tuban hingga sampai ke distributor berupa *flowchart* untuk simulasi pengiriman eksisting yang ditunjukkan pada Gambar 3.2.

### **3.5 Perancangan Model Simulasi Skenario Perbaikan**

Pada tahapan ini dilakukan pembuatan model simulasi untuk skenario perbaikan di Pabrik Tuban. Berikut ini perubahan yang dilakukan:



Gambar 3.2 Flowchart Simulasi Eksisting



### 1. Perubahan Kebijakan Pemilihan Prioritas Pengiriman

Saat ini, proses pemilihan prioritas pengiriman masih berdasarkan rasio pemenuhan pengiriman. Tidak dimasukkannya *on-hand inventory* dan *in-transit inventory* sebagai tambahan perhitungan mengakibatkan adanya kekurangan pasokan pada distributor tertentu dan kelebihan pasokan pada distributor lainnya. Hal ini yang menyebabkan pengiriman yang dilakukan tidak sesuai dengan kebutuhan riil masing-masing distributor. Adanya kebijakan baru yaitu *stock to demand ratio* yang memperhitungkan *on-hand inventory*, *in-transit inventory*, serta *lead time* sebagai acuan prioritas pengiriman akan menghasilkan ketersediaan pasokan secara merata di setiap distributor.

### 2. Pembuatan Jam Mulai Proses Loading Berdasarkan Jarak

Pada kondisi eksisting, tidak terdapat pembagian waktu antri *loading* berdasarkan jarak. Dengan adanya pembagian jam mulai proses *loading* berdasarkan jarak pada skenario perbaikan dilakukan agar dapat menyesuaikan dengan segmentasi jam berangkat dan durasi antara jam antri *loading* dengan jam berangkat distributor tidak terlalu lama.

### 3. Pembuatan Segmentasi Jam Berangkat Berdasarkan Jarak

Pada skenario perbaikan dilakukan pembagian jam mulai berangkat truk sesuai dengan jarak distributor. Adanya segmentasi jam berangkat tersebut dilakukan agar truk yang datang ke gudang distributor masih dapat melakukan *unloading* karena masih dalam *time windows* distributor.

## 3.6 Verifikasi dan Validasi

Setelah dilakukan simulasi, proses selanjutnya adalah melakukan verifikasi dan validasi model simulasi tersebut. Kedua tahapan ini dilakukan bersamaan dengan proses *running* model simulasi. Verifikasi merupakan tahapan untuk memastikan bahwa model simulasi yang dibangun telah berjalan dengan logika berjalannya model atau lebih dikenal dengan *debugging model*. Validasi merupakan tahapan untuk memastikan model yang dibangun memiliki perilaku yang sama dengan sistem sebenarnya (Kelton, et al., 2010). Verifikasi terdiri dari dua tahapan. Tahapan pertama yaitu memastikan bahwa tidak ada *error* saat model dijalankan. Tahapan kedua yaitu memastikan bahwa logika berjalannya model telah

sesuai dengan dibuktikan dari perhitungan matematis yang benar. Validasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu membandingkan hasil simulasi waktu siklus sebagai hasil sistem distribusi semen. Uji hipotesis menggunakan distribusi *t-test* digunakan untuk mengecek apakah hasil simulasi berbeda secara signifikan terhadap data di lapangan. Apabila hasilnya tidak berbeda secara signifikan, maka simulasi model dapat dikatakan valid dan dapat digunakan untuk melakukan penelitian selanjutnya.

### **3.7 Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting dengan Skenario Perbaikan**

Setelah dilakukan simulasi eksisting dan skenario perbaikan, maka selanjutnya membandingkan hasil simulasi tersebut agar dapat diketahui besar dampaknya. Berikut ini perbandingan yang dilakukan:

1. Perbandingan Waktu Siklus  
Waktu siklus truk merupakan waktu yang dibutuhkan untuk truk melakukan sekali pengiriman dari mulai truk diperintahkan untuk mengirimkan semen hingga kembali ke pabrik. Komponen waktu yang berpengaruh terhadap besar waktu siklus yaitu waktu antri *loading*, waktu *loading*, waktu perjalanan dari pabrik ke distributor, waktu antri *unloading*, waktu *unloading*, dan waktu perjalanan kembali dari distributor ke pabrik.
2. Perbandingan Waktu Kedatangan Truk di luar Jam Buka Operasional  
Sebagai akibat dari kebijakan baru, akan dilakukan perbandingan waktu yang dibutuhkan truk sejak kedatangan hingga jam buka operasional distributor antara simulasi kondisi eksisting dengan skenario perbaikan.
3. Perbandingan Jumlah Truk  
Jumlah truk yang dibutuhkan antara simulasi eksisting dan skenario perbaikan dibandingkan untuk mengetahui adanya pengurangan atau penambahan truk yang dibutuhkan oleh perusahaan.
4. Perbandingan *Service Level* Distributor.  
Dengan adanya skenario perbaikan untuk mengatur pengiriman semen sesuai dengan *time windows* distributor akan mempengaruhi *service level* dari distributor. Apabila pengiriman yang dilakukan oleh perusahaan tidak

menyesuaikan *time windows* distributor dapat mengakibatkan keterlambatan sehingga mengganggu kemampuan distributor dalam memenuhi permintaan. Nilai *service level* dari distributor dapat dilihat dari nilai *fill rate* yang diperoleh dari perhitungan dengan rumus:

$$Fill\ rate = 1 - \frac{Besar\ Stockout}{Besar\ Permintaan} \quad (3.1)$$

### 3.8 Tahap Analisis Hasil dan Rekomendasi

Pada tahapan ini akan dilakukan analisis terhadap hasil yang diperoleh dari simulasi

1. Analisis Perbandingan Waktu Siklus Truk  
Analisis perbandingan waktu siklus truk dilakukan untuk membandingkan hasil total waktu siklus truk dengan simulasi eksisting dan skenario perbaikan. Melalui perbandingan ini dapat dilakukan analisis hal-hal yang menyebabkan terjadinya perbedaan waktu siklus tersebut.
2. Analisis Perbandingan Waktu Kedatangan Truk di luar Jam Buka Operasional  
Analisis perbandingan waktu kedatangan truk di luar jam buka operasional dilakukan untuk mengetahui perbedaan waktu yang dibutuhkan truk sejak kedatangannya di distributor hingga jam buka operasional distributor.
3. Analisis Perbandingan Jumlah Truk dan Utilitas Truk  
Analisis perbandingan jumlah truk dilakukan untuk mengetahui perbedaan truk yang dibutuhkan oleh perusahaan berdasarkan kapasitas *resource* truk yang tersedia. Hal ini juga diikuti dengan adanya perubahan pada utilitas truk.
4. Analisis Perbandingan *Service Level*  
Analisis perbandingan *service level* dilakukan untuk mengetahui pengaruh adanya skenario perbaikan terhadap peningkatan kemampuan distributor untuk memenuhi permintaan.

**(Halaman ini sengaja dikosongkan)**

## **BAB IV**

### **PENGOLAHAN DATA**

Pada bab ini akan dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan dalam pengerjaan tugas akhir ini. Penentuan distributor yang akan diamati dan pengelompokkan distributor berdasarkan jarak. Pada tahap ini juga akan dibuat model simulasi pengiriman semen eksisting dan simulasi pengiriman semen dengan skenario perbaikan.

#### **4.1 Pengumpulan Data**

Pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan data-data yang dibutuhkan sebagai penunjang pengerjaan tugas akhir ini. Pengumpulan data pada penelitian tugas akhir ini menggunakan data sekunder yang ada pada perusahaan.

##### **4.1.1 Pemilihan Customer yang Digunakan dalam Model**

Distributor yang digunakan dalam model simulasi ini yaitu distributor yang berada di 6 wilayah area pengamatan. Area pengamatan tersebut meliputi Kudus, Semarang, Surakarta, DIY, Tegal, dan Purwokerto. Berikut ini merupakan daftar distributor yang digunakan berdasarkan area pengamatan:

Tabel 4.1 Daftar Distributor

Distributor	Nama Distributor	Kota Distributor	Area
1	Bangunan Jaya	Salatiga	Area ( Semarang )
2	Setia Tunggal	Klaten	Area ( Solo )
3	Sekawan Niaga Jaya	Semarang	Area ( Semarang )
4	Varia Usaha	Karanganyar	Area ( Solo )
5	Varia Usaha	Klaten	Area ( Solo )
6	Kebakkramat Elang	Wonogiri	Area ( Solo )
7	Kebakkramat Elang	Karanganyar	Area ( Solo )
8	Varia Usaha	Bantul	Area ( DIY )
9	Hasil Anugrah	Purwodadi	Area ( Kudus )
10	Varia Usaha	Blora	Area ( Kudus )
11	Kwsg	Semarang	Area ( Semarang )
12	Varia Usaha	Ungaran	Area ( Semarang )

Distributor	Nama Distributor	Kota Distributor	Area
13	Sahabat	Purwokerto	Area ( Purwokerto )
14	Kwsg	Bantul	Area ( DIY )
15	Kebakkramat Elang	Boyolali	Area ( Solo )
16	Varia Usaha	Semarang	Area ( Semarang )
17	Kwsg	Wonosari	Area ( DIY )
18	Kwsg	Ambarawa	Area ( Semarang )
19	Sekawan Niaga Jaya	Blora	Area ( Kudus )
20	Kwsg	Cilacap	Area ( Purwokerto )
21	Kwsg	Sragen	Area ( Solo )
22	Varia Usaha	Purwodadi	Area ( Kudus )
23	Kwsg	Rembang	Area ( Kudus )
24	Kebakkramat Elang	Sragen	Area ( Solo )
25	Kwsg	Purworejo	Area ( DIY )
26	Setia Cahaya Sarana	Gunung Kidul	Area ( DIY )
27	Kwsg	Kudus	Area ( Kudus )
28	Varia Usaha	Cepu	Area ( Kudus )
29	Kwsg	Karanganyar	Area ( Solo )
30	Sekawan Niaga Jaya	Demak	Area ( Semarang )
31	Kwsg	Boyolali	Area ( Solo )
32	Setia Cahaya Sarana	Sleman	Area ( DIY )
33	Setia Tunggal	Surakarta	Area ( Solo )
34	Varia Usaha	Pati	Area ( Kudus )
35	Varia Usaha	Kulonprogo	Area ( DIY )
36	Sekawan Niaga Jaya	Cepu	Area ( Kudus )
37	Kwsg	Tegal	Area ( Tegal )
38	Kwsg	Kebumen	Area ( Purwokerto )
39	Setia Cahaya Sarana	Purworejo	Area ( DIY )
40	Kwsg	Kulonprogo	Area ( DIY )
41	Kwsg	Magelang	Area ( DIY )
42	Varia Usaha	Jepara	Area ( Kudus )
43	Kwsg	Sleman	Area ( DIY )
44	Kwsg	Jepara	Area ( Kudus )

#### 4.1.2 Pengelompokkan Distributor Berdasarkan Jarak

Untuk mengetahui segmentasi jam berangkat yang akan dilakukan pada model simulasi skenario perbaikan, terlebih dahulu dilakukan pengelompokkan distributor berdasarkan jarak. Terdapat 3 kelompok jarak yaitu kurang dari 100 km, antara 100-300 km, dan lebih dari 300 km. Ketiga kelompok jarak ini akan

mempengaruhi peraturan jam berangkat distributor. Berikut ini pengelompokkan distributor berdasarkan jarak:

Tabel 4.2 Distributor Jarak Pendek

Distributor	Jarak (km)	Kelompok Jarak
10	78.4	<100 km
19	71.5	<100 km
23	77.9	<100 km
28	66	<100 km
36	66	<100 km

Tabel 4.3 Distributor Jarak Menengah

Distributor	Jarak (km)	Kelompok Jarak
1	243	100-300 km
2	218	100-300 km
3	197	100-300 km
4	176	100-300 km
5	206	100-300 km
6	235	100-300 km
7	170	100-300 km
9	165	100-300 km
11	197	100-300 km
12	215	100-300 km
14	248	100-300 km
15	226	100-300 km
16	212	100-300 km
17	260	100-300 km
18	236	100-300 km
21	156	100-300 km
22	164	100-300 km
24	151	100-300 km
26	249	100-300 km
27	139	100-300 km
29	179	100-300 km
30	149	100-300 km
31	238	100-300 km
33	187	100-300 km
34	138	100-300 km
40	288	100-300 km
41	289	100-300 km
42	173	100-300 km

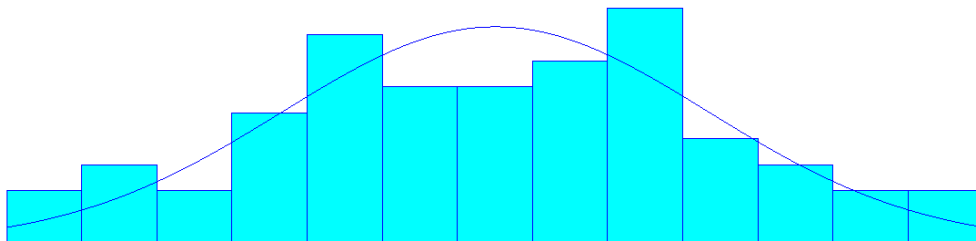
Distributor	Jarak (km)	Kelompok Jarak
44	179	100-300 km

Tabel 4.4 Distributor Jarak Jauh

Distributor	Jarak	Kelompok Jarak
8	328	>300 km
13	395	>300 km
20	420	>300 km
25	310	>300 km
32	315	>300 km
35	324	>300 km
37	379	>300 km
38	371	>300 km
39	314	>300 km
43	305	>300 km

#### 4.1.3 Permintaan Distributor

Dari data permintaan distributor selama 6 bulan dilakukan *fitting* distribusi untuk mengetahui pola-pola data tersebut. Berikut ini langkah yang dilakukan untuk mendapatkan distribusi permintaan distributor.



Gambar 4.1 Hasil *Input Analyzer* Distributor 1

#### Distribution Summary

Distribution: Normal  
 Expression: NORM(7.2e+003, 2.44e+003)  
 Square Error: 0.006107

#### Chi Square Test

Number of intervals = 5  
 Degrees of freedom = 2  
 Test Statistic = 2.31  
 Corresponding p-value = 0.333

#### Kolmogorov-Smirnov Test



Test Statistic = 0.0751  
Corresponding p-value > 0.15

#### Data Summary

Number of Data Points = 177  
Min Data Value = 1.6e+003  
Max Data Value = 1.28e+004  
Sample Mean = 7.2e+003  
Sample Std Dev = 2.45e+003

#### Histogram Summary

Histogram Range = 1.6e+003 to 1.28e+004  
Number of Intervals = 13

Berdasarkan hasil distribusi untuk distributor 1 tersebut dapat diketahui bahwa nilai *squared error* sangat kecil dan p-value sebesar 0.3333. *Goodness of fit test* yang digunakan yaitu *chi square test* dan Kolmogorov-Smirnov Test. Semakin besar nilai p-value maka *fitting* distribusi tersebut semakin baik. Berikut ini hasil dari distribusi permintaan seluruh distributor.

Tabel 4.5 Distribusi Permintaan Distributor

Distributor	Distribusi Demand
1	NORM(7.2e+003, 2.44e+003)
2	2.42e+003 + 1.41e+004 * BETA(1.09, 2.5)
3	875 + 1.56e+004 * BETA(0.721, 1.26)
4	TRIA(800, 2.53e+003, 1.46e+004)
5	NORM(5.92e+003, 3.45e+003)
6	NORM(5.54e+003, 2.48e+003)
7	NORM(6.05e+003, 3.59e+003)
8	TRIA(800, 3.94e+003, 1.04e+004)
9	TRIA(800, 3.03e+003, 1.12e+004)
10	NORM(4.08e+003, 1.68e+003)
11	875 + 1.51e+004 * BETA(1.1, 3.81)
12	TRIA(800, 1.26e+003, 9.68e+003)
13	800 + 1.21e+004 * BETA(0.474, 0.88)
14	NORM(4.06e+003, 1.67e+003)
15	625 + 1.65e+004 * BETA(0.935, 4.03)
16	1.5e+003 + EXPO(2.43e+003)

Distributor	Distribusi Demand
17	TRIA(800, 3.74e+003, 7.85e+003
18	TRIA(750, 1.99e+003, 6.55e+003)
19	600 + 6.65e+003 * BETA(0.645, 1.52)
20	TRIA(800, 1.89e+003, 4.8e+003)
21	750 + EXPO(2.27e+003)
22	NORM(2.44e+003, 1.21e+003)
23	625 + EXPO(2.11e+003)
24	750 + 5.4e+003 * BETA(0.344, 0.7)
25	800 + EXPO(1.41e+003)
26	NORM(2.38e+003, 1.37e+003)
27	NORM(2.12e+003, 1.04e+003)
28	TRIA(625, 1.44e+003, 4.43e+003)
29	800 + EXPO(1.47e+003)
30	750 + EXPO(909)
31	800 + 4.2e+003 * BETA(0.51, 0.95
32	800 + EXPO(1e+003)
33	750 + EXPO(770)
34	600 + 4.4e+003 * BETA(0.631, 1.48)
35	750 + EXPO(815)
36	625 + EXPO(771)
37	900 + EXPO(1.2e+003)
38	800 + EXPO(776)
39	800 + EXPO(1.05e+003)
40	750 + EXPO(474)
41	800 + EXPO(612)
42	625 + EXPO(804)
43	800 + EXPO(364)
44	625 + EXPO(644)

#### 4.1.4 On Hand Inventory Distributor

*Onhand inventory* merupakan stok semen yang tersedia pada gudang distributor. Berikut ini merupakan data stok distributor pada kondisi eksisting.

Tabel 4.6 *On Hand Inventory* Distributor

Distributor	On Hand (Zak)	Distributor	On Hand (Zak)	Distributor	On Hand (Zak)
1	24400	3	20464	5	22058
2	11774	4	31790	6	15164

Distributor	On Hand (Zak)	Distributor	On Hand (Zak)	Distributor	On Hand (Zak)
7	15986	20	1573	33	6198
8	26880	21	32512	34	23674
9	24900	22	16416	35	10889
10	26456	23	25730	36	6827
11	23128	24	19439	37	2824
12	27345	25	1823	38	7150
13	36775	26	15314	39	829
14	9898	27	11535	40	1641
15	13810	28	13011	41	2375
16	35660	29	14428	42	17975
17	1432	30	12426	43	2363
18	9106	31	16038	44	10625
19	21729	32	4405		

#### 4.1.5 Kapasitas Gudang Distributor

Berikut ini merupakan data kapasitas gudang distributor.

Tabel 4.7 Kapasitas Gudang Distributor

Distributor	Kapasitas (zak)	Distributor	Kapasitas (zak)	Distributor	Kapasitas (zak)
1	54000	16	48600	31	16038
2	42000	17	32400	32	4405
3	72000	18	26400	33	6198
4	75000	19	46409	34	23674
5	30000	20	23056	35	10889
6	30000	21	45600	36	6827
7	63000	22	64080	37	2824
8	36000	23	25730	38	7150
9	48000	24	19439	39	829
10	32080	25	1823	40	1641
11	49500	26	15314	41	2375
12	42000	27	11535	42	17975
13	30721	28	13011	43	2363
14	72000	29	14428	44	10625
15	27000	30	12426		

#### 4.1.6 Lama Perjalanan Ke Distributor

Berikut ini merupakan hasil dari *fitting* distribusi lama perjalanan. Distribusi yang sering digunakan untuk lama perjalanan yaitu Triangular sehingga *fitting* yang digunakan hanya Triangular untuk keseluruhan distributor.

Tabel 4.8 Distribusi Lama Perjalanan Ke Distributor

Distributor	Lama Perjalanan (jam)	Distributor	Lama Perjalanan (jam)
1	TRIA(11.95, 15.1, 19.2)	23	TRIA(5, 5.69, 11.9)
2	TRIA(11, 16.5, 18)	24	TRIA(8, 13.2, 14)
3	TRIA(10.8, 15.9, 17.8)	25	TRIA(14, 21.2, 22)
4	TRIA(9.85, 12.9, 16.3)	26	TRIA(14, 18.1, 21.9)
5	TRIA(11.4, 17.9, 18.4)	27	TRIA(4, 6, 13)
6	TRIA(11, 18.5, 20)	28	TRIA(2.63, 4.9, 6.3)
7	TRIA(8.10, 14.2, 17.2)	29	TRIA(14.2, 19.4, 20)
8	TRIA(13.15, 16.9, 20.3)	30	TRIA(8.25, 10.9, 13.3)
9	TRIA(6, 14.1, 15)	31	TRIA(10.55, 15.5, 17)
10	TRIA(3.06, 5.9, 7)	32	TRIA(13.25, 17.9, 20.7)
11	TRIA(10, 11.9, 19)	33	TRIA(9.6, 11.9, 14.8)
12	TRIA(10.5, 14.9, 16.3)	34	TRIA(4, 6.7, 13)
13	TRIA(18, 26.4, 30)	35	TRIA(15, 20.9, 22.3)
14	TRIA(11, 20, 21)	36	TRIA(2.63, 3.9, 5.3)
15	TRIA(11, 14, 18)	37	TRIA(22, 23.1, 33)
16	TRIA(8.25, 10.9, 13.3)	38	TRIA(21, 22, 32)
17	TRIA(12, 21.9, 23)	39	TRIA(15, 15.4, 30)
18	TRIA(11.53, 16.6, 19.8)	40	TRIA(14.3, 18.8, 21.4)
19	TRIA(3, 4.05, 6.5)	41	TRIA(14, 22.4, 26)
20	TRIA(39.33, 44.1, 52)	42	TRIA(5, 6.3, 18)
21	TRIA(10, 15.5, 17)	43	TRIA(11, 20, 21)
22	TRIA(6, 14, 15)	44	TRIA(11.2, 12.1, 20)

#### 4.1.7 Data Operasi Distributor

Lama *loading* pada kondisi eksisting berkisar antara 0.5 jam hingga 1.5 jam sehingga diasumsikan menggunakan distribusi Triangular (0.5,1,1.5) jam. Sedangkan untuk lama *unloading* di distributor disesuaikan dengan kemampuan bongkar dan jumlah pekerja yang tersedia. Jam buka operasional distributor dari pukul 08.00-17.00 sehingga dapat menggunakan 9 jam kerja tersebut untuk melakukan *unloading*. Setiap kuli dapat membongkar sebanyak 500 zak per harinya. Berikut ini contoh cara perhitungan kemampuan bongkar distributor.

$$\text{Kemampuan Unloading Distributor 1} = \frac{\text{Jumlah Kuli} \times 500 \text{ zak/orang}}{9 \text{ jam}}$$

$$= \frac{15 \text{ orang} \times 500 \text{ zak/orang}}{9 \text{ jam}} = \frac{7500}{9} = 833.33 \text{ zak/jam}$$

$$\text{Lama unloading distributor 1} = \frac{\text{Jumlah semen per truk}}{\text{Kemampuan unloading}} = \frac{800 \text{ zak}}{833.33 \text{ zak/jam}} = 0.96 \text{ jam}$$

Berikut ini hasil dari perhitungan lama *unloading* untuk seluruh distributor.

Tabel 4.9 Waktu *Unloading* Distributor

Dist	Waktu <i>unloading</i> (Jam)	Dist	Waktu <i>unloading</i> (Jam)
1	0,960384154	23	0,899887514
2	1,028,277,635	24	11,994,003
3	0,8	25	0,899887514
4	0,479904019	26	0,899887514
5	0,401203611	27	0,899887514
6	1,108,033,241	28	2,877,697,842
7	0,205708408	29	0,479904019
8	11,994,003	30	4,790,419,162
9	0,960384154	31	0,401203611
10	3,603,603,604	32	0,847457627
11	0,8	33	1,801,801,802
12	0,720072007	34	1,6
13	0,960384154	35	2,877,697,842
14	0,575953924	36	3,603,603,604
15	1,438,848,921	37	11,994,003
16	0,479904019	38	1,6
17	0,960384154	39	1,028,277,635
18	1,028,277,635	40	1,438,848,921
19	1,801,801,802	41	0,899887514
20	1,6	42	2,402,402,402
21	0,847457627	43	3,603,603,604
22	3,603,603,604	44	1,6

## 4.2 Pembangunan Model Simulasi Eksisiting

Pada dasarnya sistem pengiriman semen pada PT. X saat ini seperti digambarkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Perintah Pengiriman Semen

#### 4.2.1 Model Perintah Pengiriman Semen

Rasio pemenuhan diukur menggunakan total semen yang sudah dikirimkan ke distributor dengan target besar permintaan distributor dalam satu bulan. Apabila terdapat distributor yang memiliki nilai rasio pemenuhan terkecil maka pengiriman akan didahulukan.

*Loading line* yang tersedia berjumlah 26 digunakan untuk menangani pengiriman ke daerah Jawa Tengah dan DIY dengan tidak adanya pembagian untuk jalur khusus jarak dekat, menengah maupun jauh. Apabila terdapat *loading line* yang kosong, maka truk akan dapat melakukan *loading* pada *loading line* tersebut. Lama satu truk melakukan *loading* didefinisikan mengikuti distribusi Triangular (0.5,1,1.5) jam. Lama suatu truk menunggu adanya *loading line* yang kosong disebut sebagai waktu tunggu antri *loading*.

Pengiriman dilakukan ke masing-masing distributor dengan lama perjalanan masing-masing. Truk dapat dikirim hanya pada hari kerja yaitu senin hingga jumat. Dikarenakan terdapat waktu buka operasional distributor yaitu pukul 08.00-17.00 maka apabila terdapat truk yang datang ke distributor bukan pada jam operasional, maka truk tersebut harus menunggu hingga jam buka operasional.

Truk yang telah datang ke distributor harus menunggu truk yang datang sebelumnya telah selesai melakukan *unloading* dan menunggu kapasitas gudang distributor lebih dari 800 zak agar dapat melakukan *unloading*. Lama *unloading* disesuaikan dengan kemampuan bongkar masing-masing distributor. Kemampuan bongkar masing-masing distributor didapatkan dari jumlah pekerja yang melakukan *unloading* dibagi dengan 9 jam kerja.

Setelah melakukan *unloading*, maka kapasitas gudang distributor pun berkurang 800 zak namun mengalami peningkatan *on hand* sehingga dilakukan *update inventory*. Kemudian truk dapat kembali ke pabrik dan jumlah truk *intransit* (yang melakukan perjalanan) apabila telah sampai ke pabrik akan berkurang 1.

#### 4.3 Verifikasi dan Validasi Model Simulasi Eksisting

Diperlukan verifikasi dan validasi terhadap model yang telah dibangun sebelumnya. Verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa model simulasi yang

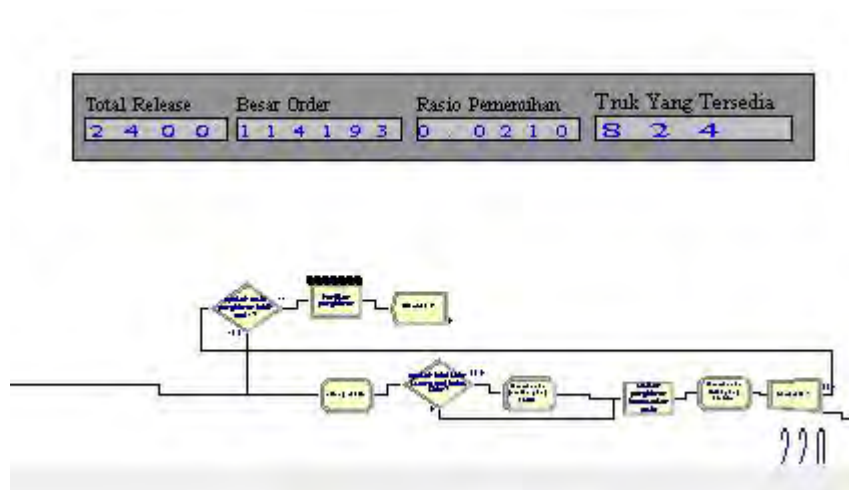
dibangun telah berjalan dengan logika berjalannya model. Sedangkan validasi merupakan tahapan untuk memastikan model yang dibangun telah memiliki perilaku yang sama dengan sistem sebenarnya.

#### 4.3.1 Verifikasi Model Simulasi Eksisting

Pada tahapan verifikasi, dilakukan 2 tahapan. Tahapan pertama yaitu memastikan bahwa tidak ada *error* saat model dijalankan. Tahapan kedua yaitu memastikan bahwa logika berjalannya model telah sesuai dengan dibuktikan dari perhitungan matematis yang benar. Pada Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa tidak ada *error* pada model yang telah dibangun.



Gambar 4.3 Verifikasi *Error* Eksisting



Gambar 4.4 Verifikasi Logika Eksisting

Berdasarkan Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa logika sudah sesuai dibuktikan dengan perhitungan rasio pemenuhan pada distributor 4. Total semen yang sudah dikirimkan sebesar 2400. Besar order distributor 4 sebesar 114.193. Apabila dilakukan perhitungan rasio secara manual, nilai rasio sebesar 0.021 dan sesuai dengan perhitungan pada model simulasi ARENA. Verifikasi berjalannya model dibuktikan dengan masih adanya truk saat rasio pengiriman masih  $< 1$ . Masih terdapat truk yang dapat digunakan untuk melakukan pengiriman sebanyak 824 truk.

Verifikasi juga dibuktikan pada perhitungan *service level* distributor. Pada perhitungan manual *service level* suatu distributor dihitung melalui *fill rate* distributor atau kemampuan distributor dalam memenuhi permintaan. Rumus *fill rate* yang digunakan sesuai dengan rumus (3.1). Apabila dilakukan perhitungan manual maka *service level* distributor 20 sebesar 0.4023 dengan besar *stockout* sebesar 2337 dan permintaan distributor sebesar 3910. Hal ini sesuai dengan model perhitungan di ARENA yang digambarkan pada Gambar 4.5.



Stockout 1	Stockout 2	Stockout 3	On Hand
0	0	0	
Stockout 4	Stockout 5	Stockout 6	
1 6 5	5 9 9	1 0 3 3	
Stockout 7	Stockout 8	Stockout 9	
1 4 6 8	1 9 0 2	2 3 3 7	
Stockout Total	Permintaan Distributor	Service Level	
2 3 3 7	3 9 1 0	0 . 4 0 2 3	

Gambar 4.5 Verifikasi *Service Level* Eksisting

#### 4.3.2 Validasi Model Simulasi Eksisting

Validasi model dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi waktu pengiriman sebagai hasil sistem distribusi semen. Uji hipotesis menggunakan distribusi *z-test* digunakan untuk mengecek apakah hasil simulasi berbeda secara signifikan terhadap data di lapangan. Apabila hasilnya tidak berbeda secara signifikan, maka simulasi model dapat dikatakan valid dan dapat digunakan untuk melakukan penelitian selanjutnya.

*z-test* digunakan dikarenakan data yang diberikan oleh PT. X sehingga sampel yang digunakan > 30 sampel. Untuk melakukan validasi, dilakukan perbandingan nilai *z* antara *z* hitung dengan *z* tabel. Berikut ini merupakan rumus untuk mencari *z* hitung:

$$z = \frac{(x_1 - x_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} \quad (4.1)$$

Keterangan:

$x_1$  = rata-rata sampel 1

$x_2$  = rata-rata sampel 2

$\mu_1$  = rata-rata populasi 1

$\mu_2$  = rata-rata populasi 2

$\sigma_1$  = standar deviasi populasi 1

$\sigma_2$  = standar deviasi populasi 2

$n_1$  = jumlah sampel 1

$n_2$  = jumlah sampel 2

Hipotesis yang disusun yaitu:

$H_0$  = waktu siklus distributor eksisiting (kondisi riil lapangan) sama dengan besaran waktu siklus distributor simulasi.

$H_1$  = waktu siklus distributor eksisiting (kondisi riil lapangan) tidak sama dengan besaran waktu siklus distributor simulasi.

Setelah mengetahui nilai  $z$  hitung untuk masing-masing distributor maka dilakukan perbandingan dengan  $z$  tabel. Nilai  $\alpha$  yang digunakan yaitu 0.05 sehingga menghasilkan nilai  $z$  tabel sebesar 1.96. Kemudian dilakukan pengambilan keputusan berdasarkan kriteria sebagai berikut:

Jika  $||Z_{hitung}|| < ||Z_{tabel}||$  maka terima  $H_0$

Jika  $||Z_{hitung}|| > ||Z_{tabel}||$  maka tolak  $H_0$

Validasi dilakukan pada 5 distributor dimana masing-masing distributor mewakili area (Purwokerto, Semarang, DIY, Kudus, dan Solo) masing-masing. Distributor 1 mewakili area Semarang, Distributor 5 mewakili area Solo, Distributor 8 mewakili area DIY, Distributor 34 mewakili area Kudus, dan Distributor 20 mewakili area Purwokerto.

Dengan menggunakan hipotesis tersebut apabila  $H_0$  diterima maka nilai waktu siklus kondisi riil lapangan dengan waktu siklus simulasi tidak berbeda signifikan dan dapat dikatakan valid. Begitu sebaliknya, apabila  $H_1$  diterima maka nilai waktu siklus kondisi riil lapangan dengan waktu siklus simulasi berbeda signifikan dan dapat dikatakan tidak valid. Persamaan nilai waktu siklus kondisi riil dengan waktu siklus simulasi ditunjukkan dengan apabila nilai  $z$  berada pada rentang  $\pm z_{critical two tail}$  maka  $H_0$  diterima. Berikut ini hasil uji  $z$  untuk kelima distributor.

Tabel 4.10 Validasi Model Eksisting

z-Test: Two Sample for Means

	<i>Waktu Siklus Dist 1 Simulasi</i>	<i>Waktu Siklus Dist 1 Riil Lapangan</i>	<i>Waktu Siklus Dist 5 Simulasi</i>	<i>Waktu Siklus Dist 5 Riil Lapangan</i>	<i>Waktu Siklus Dist 8 Simulasi</i>	<i>Waktu Siklus Dist 8 Riil Lapangan</i>	<i>Waktu Siklus Dist 34 Simulasi</i>	<i>Waktu Siklus Dist 34 Riil Lapangan</i>	<i>Waktu Siklus Dist 20 Simulasi</i>	<i>Waktu Siklus Dist 20 Riil Lapangan</i>
<i>Mean</i>	63,70	67,13	56,64	55,13	56,10	57,58	53,68	50,50	119,08	118,67
<i>Known Variance</i>	410,20	4939,11	364,31	160,07	437,78	136,06	406,37	60090,76	379,30	5588,29
<i>Observations</i>	3152,00	378,00	1323,00	190,00	1090,00	69,00	358,00	50,00	984,00	129,00
<i>Hypothesized Mean Difference</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>z</i>	-0,94	0,00	1,43	0,00	-0,96	0,00	0,09	0,00	0,06	0,00
<i>P(Z&lt;=z) one- tail</i>	0,17	0,00	0,08	0,00	0,17	0,00	0,46	0,00	0,47	0,00
<i>z Critical one- tail</i>	1,64	0,00	1,64	0,00	1,64	0,00	1,64	0,00	1,64	0,00
<i>P(Z&lt;=z) two- tail</i>	0,35	0,00	0,15	0,00	0,34	0,00	0,93	0,00	0,95	0,00
<i>z Critical two- tail</i>	1,96	0,00	1,96	0,00	1,96	0,00	1,96	0,00	1,96	0,00

Berdasarkan Tabel 4.10 dapat diketahui bahwa dengan membandingkan waktu pengiriman distributor 1,2,8,34, dan 20 antara model simulasi ARENA dengan kondisi riil di lapangan, menghasilkan nilai  $z$  berada pada rentang  $z$  *critical two tail* sehingga terima  $H_0$  dan hal ini menggambarkan bahwa antara hasil waktu siklus simulasi dengan kondisi riil lapangan tidak berbeda signifikan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa model simulasi ARENA valid.

#### 4.4 Hasil Model Simulasi Eksisting

Hasil dari model simulasi eksisting menggunakan *software* ARENA yang dengan *replication length* selama 180 hari dan jumlah replikasi 3. Hasil dicatat pada *spreadsheet* excel dengan menggunakan modul *readwrite* pada ARENA, menghasilkan rata-rata *service level* sebesar 0.5331 dan *halfwidth* (tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95% dengan nilai  $z = 1.96$ ) sebesar 0.01. Karena nilai *error* yang dihasilkan ini sangat kecil maka jumlah 3 replikasi tersebut dianggap telah cukup.

##### 4.4.1 Waktu Tunggu Antri *Loading*

Waktu tunggu antri *loading* merupakan lama suatu truk untuk mengantri sebelum melakukan proses *loading*. Truk harus mengantri diantara dari 26 *loading line* tersedia. Berikut ini merupakan rata-rata waktu antri *loading* truk:

Tabel 4.11 Rata-rata Waktu Antri *Loading* Eksisting

Dist	Rata-rata Waktu Antri <i>Loading</i> (jam)	Dist	Rata-rata Waktu Antri <i>Loading</i> (jam)	Dist	Rata-rata Waktu Antri <i>Loading</i> (jam)	Dist	Rata-rata Waktu Antri <i>Loading</i> (jam)
1	3,859993	12	0,890089	23	3,415401	34	0,702904
2	3,666666	13	1,447405	24	0,579938	35	2,808633
3	1,30305	14	1,193495	25	0,166262	36	2,389785
4	3,557627	15	1,955261	26	1,637844	37	0,8082
5	3,881145	16	2,905806	27	0,297529	38	0,062406
6	3,261914	17	0,881322	28	3,588687	39	0,988806

Dist	Rata-rata Waktu Antri Loading (jam)	Dist	Rata-rata Waktu Antri Loading (jam)	Dist	Rata-rata Waktu Antri Loading (jam)	Dist	Rata-rata Waktu Antri Loading (jam)
7	3,334236	18	3,853921	29	0,778422	40	0,969963
8	0,387434	19	0,948703	30	1,776469	41	0,09758
9	2,530277	20	3,802731	31	0,162595	42	0,642663
10	2,496938	21	2,658254	32	0,888605	43	0,223852
11	3,602267	22	2,93001	33	1,843796	44	1,859704

Berdasarkan Tabel 4.11 rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menunggu *antri loading* sebesar 1,86 jam.

#### 4.4.2 Waktu Tunggu *Time Windows*

Waktu tunggu *time windows* merupakan lama suatu truk yang melakukan pengiriman ke distributor harus menunggu jam buka operasional. Apabila truk datang pada jam buka operasional distributor, maka besar waktu tunggu *time windows* sebesar 0. Berikut ini merupakan hasil rata-rata waktu tunggu *time windows* untuk masing-masing distributor pada kondisi eksisting.

Tabel 4.12 Rata-rata Waktu Tunggu *Time Windows* Eksisting

Dist	Rata-rata Waktu Tunggu Time Windows (jam)	Dist	Rata-rata Waktu Tunggu Time Windows (jam)	Dist	Rata-rata Waktu Tunggu Time Windows (jam)	Dist	Rata-rata Waktu Tunggu Time Windows (jam)
1	18,39437	12	5,712948	23	0	34	15,42092
2	20,37448	13	10,81525	24	9,195554	35	15,8383
3	12,19016	14	17,48534	25	19,12559	36	0,08165
4	16,57238	15	12,0952	26	19,18903	37	12,39687
5	17,99593	16	16,47651	27	9,285374	38	13,13131

<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Tunggu Time Windows (jam)</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Tunggu Time Windows (jam)</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Tunggu Time Windows (jam)</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Tunggu Time Windows (jam)</b>
<b>6</b>	18,51685	17	18,39274	28	0,011658	39	17,92375
<b>7</b>	16,8949	18	16,62719	29	18,77595	40	19,89312
<b>8</b>	17,54732	19	0,667493	30	8,331165	41	17,54896
<b>9</b>	19,02291	20	18,08626	31	5,528243	42	18,54653
<b>10</b>	0,015162	21	14,72209	32	19,2304	43	14,00069
<b>11</b>	17,31751	22	15,69647	33	17,07432	44	10,38013

Berdasarkan Tabel 4.12 rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menunggu *time windows* sebesar 13,69 jam.

#### 4.4.3 Waktu Tunggu Antri *Unloading*

Waktu tunggu antri *unloading* merupakan lama suatu truk yang datang harus menunggu truk sebelumnya selesai melakukan *unloading* dan kapasitas gudang distributor lebih dari semen yang dikirimkan tiap truk (sebesar 800 zak). Berikut ini merupakan rata-rata truk pengiriman harus menunggu antri *unloading* di masing-masing distributor.

Tabel 4.13 Rata-rata Waktu Antri *Unloading* Eksisting

<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Antri Unloading (jam)</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Antri Unloading (jam)</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Antri Unloading (jam)</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Antri Unloading (jam)</b>
<b>1</b>	8,492198	12	0,503157	23	1,351646	34	0,919524
<b>2</b>	8,810036	13	4,425889	24	0,632039	35	1,858116
<b>3</b>	1,993359	14	0,978961	25	1,19134	36	1,587587
<b>4</b>	1,207914	15	2,274371	26	1,112867	37	0,961382
<b>5</b>	1,595799	16	0,828489	27	0,292628	38	1,243472
<b>6</b>	3,602299	17	2,456374	28	2,004765	39	0,868207

<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Antri Unloading (jam)</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Antri Unloading (jam)</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Antri Unloading (jam)</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Antri Unloading (jam)</b>
7	0,614647	18	3,710776	29	0,570432	40	0,207326
8	2,25567	19	2,813202	30	1,149723	41	0,385666
9	3,015284	20	4,070916	31	0,066067	42	1,66763
10	7,321169	21	1,668206	32	0,506105	43	0,347421
11	3,81534	22	2,612666	33	0,97464	44	0,390604

Berdasarkan Tabel 4.13 rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menunggu *antri unloading* sebesar 2,03 jam.

#### 4.4.4 Waktu Siklus

Waktu siklus suatu truk dimulai saat mengantri *loading* hingga kembali ke pabrik. Adanya perbedaan waktu siklus masing-masing truk dipengaruhi oleh kemampuan *loading*, lama perjalanan ke dan dari distributor, dan kemampuan *unloading*. Berikut ini rata-rata waktu siklus masing-masing distributor.

Tabel 4.14 Rata-rata Waktu Siklus Eksisting

<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Siklus (jam)</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Siklus (jam)</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Siklus (jam)</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Siklus (jam)</b>
1	63,70437	12	36,5214	23	18,85762	34	53,65997
2	65,33784	13	68,26851	24	42,80511	35	63,04638
3	46,86772	14	56,27543	25	60,6786	36	17,91378
4	48,88172	15	47,38697	26	60,06823	37	68,65175
5	56,64315	16	49,13031	27	42,45776	38	67,19942
6	60,62977	17	61,59826	28	18,75893	39	62,37211
7	48,56107	18	58,40801	29	57,20676	40	59,82308
8	56,09237	19	16,32861	30	44,85511	41	61,39172
9	64,7746	20	119,0824	31	35,89969	42	58,93441
10	25,03386	21	49,20494	32	57,11108	43	53,92305

<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Siklus (jam)</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Siklus (jam)</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Siklus (jam)</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Siklus (jam)</b>
<b>11</b>	53,69454	<b>22</b>	54,48368	<b>33</b>	60,85422	<b>44</b>	43,96807

#### 4.4.5 *Service Level* Distributor

*Service level* distributor digunakan untuk mengetahui kemampuan masing-masing distributor dalam memenuhi permintaan. Berikut ini merupakan rata-rata *service level* untuk masing-masing distributor.

Tabel 4.15 Rata-rata *Service Level* Eksisting

<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Service Level</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Service Level</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Service Level</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Service Level</b>
<b>1</b>	0,950693	<b>12</b>	0,541073	<b>23</b>	0,523872	<b>34</b>	0,538159
<b>2</b>	0,948521	<b>13</b>	0,604856	<b>24</b>	0,564518	<b>35</b>	0,477701
<b>3</b>	0,578595	<b>14</b>	0,490735	<b>25</b>	0,503033	<b>36</b>	0,373971
<b>4</b>	0,563917	<b>15</b>	0,585182	<b>26</b>	0,503308	<b>37</b>	0,422104
<b>5</b>	0,591811	<b>16</b>	0,578304	<b>27</b>	0,488289	<b>38</b>	0,341063
<b>6</b>	0,538494	<b>17</b>	0,322559	<b>28</b>	0,496355	<b>39</b>	0,491253
<b>7</b>	0,217825	<b>18</b>	0,868407	<b>29</b>	0,555675	<b>40</b>	0,397132
<b>8</b>	0,503568	<b>19</b>	0,507711	<b>30</b>	0,503928	<b>41</b>	0,449699
<b>9</b>	0,532121	<b>20</b>	0,841781	<b>31</b>	0,355876	<b>42</b>	0,386233
<b>10</b>	0,53166	<b>21</b>	0,600728	<b>32</b>	0,440416	<b>43</b>	0,449188
<b>11</b>	0,894414	<b>22</b>	0,476825	<b>33</b>	0,476413	<b>44</b>	0,452197

#### 4.4.6 Utilitas Truk

Dengan menggunakan 1000 truk pada kondisi eksisting, dapat diketahui utilitas truk yang digunakan. Dengan simulasi ARENA dapat diketahui bahwa rata-rata utilitas 1000 truk sebesar 0.14424. Utilitas truk ini menggambarkan rata-rata 1000 truk digunakan pada seluruh waktu simulasi (180 hari).

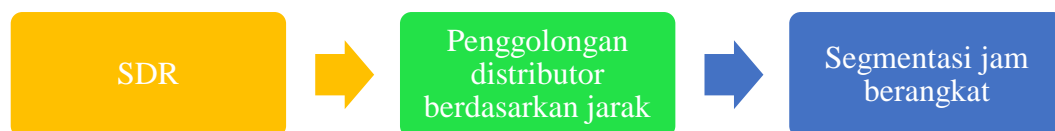


Tabel 4.16 Utilitas Truk Eksisting

Replikasi	Utilitas Truk
1	0.14412
2	0.14411
3	0.14451
<b>Rata-rata Utilitas</b>	0.14424

#### 4.5 Model Simulasi Skenario Perbaikan

Pada model simulasi skenario perbaikan, terdapat beberapa perubahan seperti perhitungan *stock to demand ratio* dengan memperhitungkan *on hand inventory*, *in transit inventory*, *demand* harian dan *lead time*; adanya penggolongan distributor berdasarkan jarak dekat (<100 km), jarak menengah (100-300 km), dan jarak jauh (>300 km); dan adanya segmentasi jam berangkat berdasarkan jarak tersebut. Perubahan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.7.



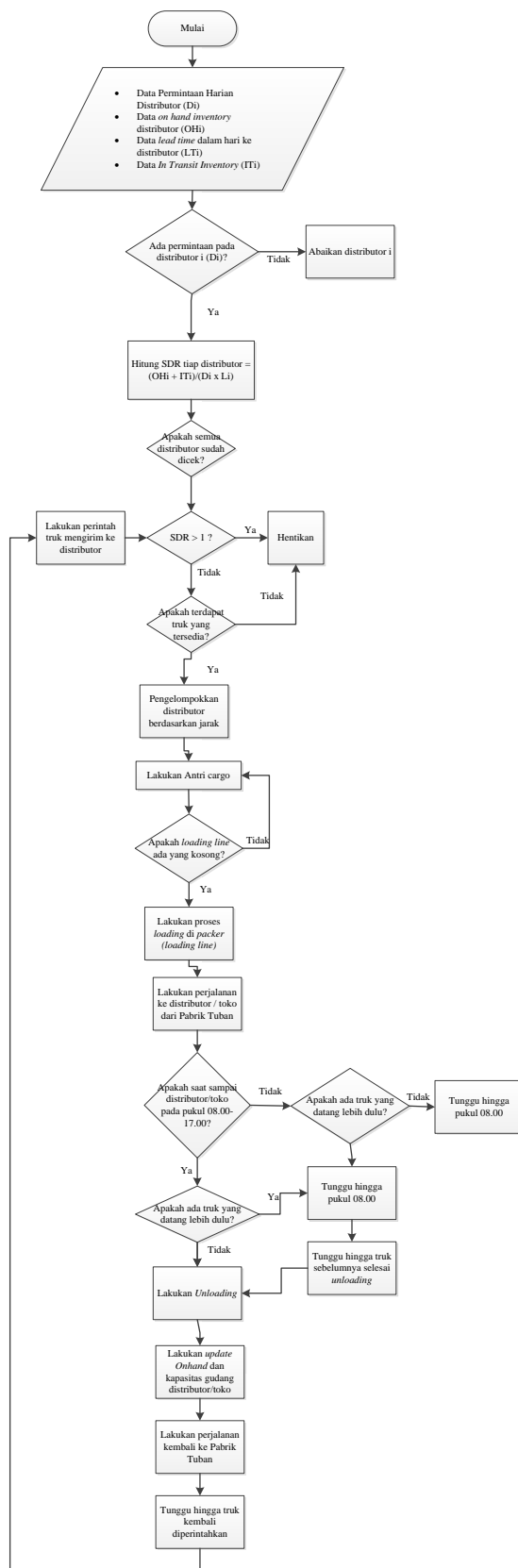
Gambar 4.6 Model Perintah Pengiriman Skenario

##### 4.5.1 Aturan *Loading* dan Segmentasi Jam Berangkat

Distributor digolongkan sesuai dengan jarak. Terdapat 3 golongan jarak yaitu jarak dekat (<100 km), jarak menengah (100-300 km), dan jarak jauh (>300 km). Untuk jarak dekat hanya dapat melakukan pengiriman pada pukul 05.00-10.00, sedangkan jarak menengah hanya dapat melakukan pengiriman pada pukul 18.00-24.00, dan untuk jarak jauh dapat melakukan pengiriman pada kapan saja. Penggolongan ini didasarkan dari besarnya ketidakpastian pada saat pengiriman ke distributor. Untuk jarak jauh, ketidakpastian dapat berasal dari lama perjalanan yang dipengaruhi oleh tingkat kemacetan yang tidak dapat diprediksi. Untuk jarak menengah dilakukan pengiriman hanya pada pukul 18.00-24.00 sebagai antisipasi apabila truk yang datang bukan pada saat jam operasional distributor sehingga menyebabkan truk harus menunggu. Begitu pula untuk distributor jarak dekat hanya

dapat mengirimkan pada pukul 05.00-10.00 agar truk yang datang masih sempat melakukan *unloading*.

*Loading line* yang tersedia di pabrik akan menyesuaikan *range* waktu antri *loading*. Untuk pukul 01.00-06.00 *loading line* ini hanya akan melakukan proses *loading* untuk distributor jarak dekat dan jauh. Untuk pukul 16.00-22.00 *loading line* ini hanya akan melakukan proses *loading* untuk distributor jarak menengah dan jauh. Dan *loading line* dapat digunakan untuk distributor jarak jauh pada kapan saja. Dikarenakan *loading line* dapat bekerja selama 24 jam, maka pengiriman pun dapat dilakukan selama 24 jam tergantung dari segmentasi jam berangkat distributor.



Gambar 4.7 *Flowchart* Skenario Perbaikan

#### 4.5.2 Aturan *Stock Criticality*

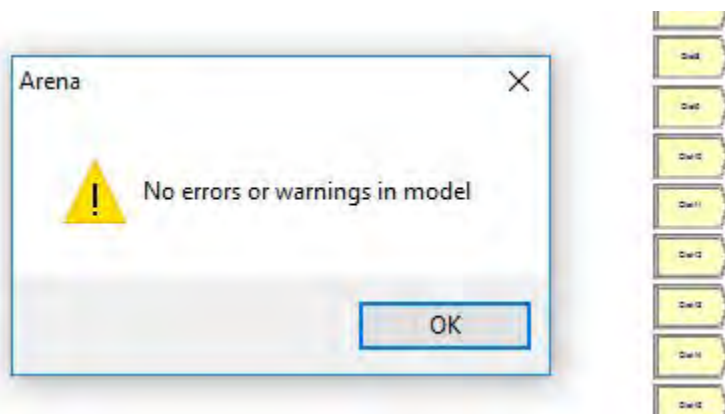
Pada kondisi eksisting rasio pemenuhan  $>1$  akan dihentikan sehingga distributor dengan rasio  $<1$  akan didahulukan. Pada skenario perbaikan dilakukan hal serupa. Untuk distributor yang memiliki nilai *stock to demand ratio*  $<1$  maka pengiriman akan didahulukan. *Stock criticality* didasarkan pada besaran *stock to demand ratio* masing-masing distributor. Adanya *on hand inventory*, *intransit inventory*, *demand* harian, dan *lead time* yang diperhitungkan pada besar *stock to demand ratio* ini. Dengan adanya *update on hand inventory* dan *in transit inventory* pada setiap pengiriman semen, maka akan mempengaruhi besar *stock to demand ratio* (SDR) distributor. Hal ini akan mempengaruhi prioritas pengiriman distributor.

### 4.6 Verifikasi dan Validasi Model Simulasi Skenario Perbaikan

Verifikasi dan validasi juga dilakukan pada model simulasi skenario perbaikan. Hal ini untuk memastikan bahwa model simulasi yang dibangun telah berjalan dengan logika berjalannya model dan memiliki perilaku yang sama dengan sistem sebenarnya.

#### 4.6.1 Verifikasi Model Simulasi Skenario Perbaikan

Pada tahapan verifikasi, dilakukan 2 tahapan. Tahapan pertama yaitu memastikan bahwa tidak ada *error* saat model dijalankan. Tahapan kedua yaitu memastikan bahwa logika berjalannya model telah sesuai dengan dibuktikan dari perhitungan matematis yang benar. Pada Gambar 4.8 dapat diketahui bahwa tidak ada *error* pada model yang telah dibangun.



Gambar 4.8 Verifikasi *Error* Perbaikan

On Hand	In Transit	SDR
7 8 1 9	2 4 0 0	0 . 5 4 4 1 5
demand harian	lead time	Truk Yang Tersedia
6 2 6 0	3	8 6 0

Gambar 4.9 Verifikasi Logika Perbaikan

Berdasarkan Gambar 4.9 dapat diketahui bahwa logika sudah sesuai dibuktikan dengan perhitungan SDR pada distributor 4. *On hand inventory* sebesar 7819, *in transit inventory* sebesar 2400, *demand* harian distributor sebesar 6260, dan *lead time* pengiriman sebesar 3. Apabila dilakukan perhitungan SDR secara manual, nilai SDR sebesar 0.54415 dan sesuai dengan perhitungan pada model simulasi ARENA.

Verifikasi juga dibuktikan pada perhitungan *service level* distributor. Pada perhitungan manual *service level* suatu distributor dihitung melalui *fill rate* distributor atau kemampuan distributor dalam memenuhi permintaan. Rumus *fill rate* yang digunakan sesuai dengan rumus (3.1). Apabila dilakukan perhitungan manual maka *service level* distributor 4 sebesar 1 dengan besar *stockout* sebesar 0 dan permintaan distributor sebesar 3436. Hal ini sesuai dengan model perhitungan di ARENA yang digambarkan pada Gambar 4.10. Hal tersebut juga berlaku apabila terjadi *stockout* akan mengurangi nilai *service level* seperti pada Gambar 4.11. Jika dilakukan perhitungan manual, apabila terjadi *stockout* akhir sebesar 1499 dengan permintaan distributor 20 sebesar 6050 maka menghasilkan nilai *service level* sebesar 0.7522.

Stockout 1	Stockout 2	Stockout 3	On Hand
0	0	0	
Stockout 4	Stockout 5	Stockout 6	
0	0	0	
Stockout 7	Stockout 8	Stockout 9	
0	0	0	
Stockout Total	Permintaan Distributor		Service Level
0	3 4 3 6		1 . 0 0 0 0

Gambar 4.10 Verifikasi *Service Level* Perbaikan

Stockout 1	Stockout 2	Stockout 3	On Hand
0	0	0	
Stockout 4	Stockout 5	Stockout 6	
0	0	0	
Stockout 7	Stockout 8	Stockout 9	
1 5 5	8 2 7	1 4 9 9	
Stockout Total	Permintaan Distributor		Service Level
1 4 9 9	6 0 5 0		0 . 7 5 2 2

Gambar 4.11 Verifikasi *Service Level* Perbaikan Dengan *Stockout*

Verifikasi berjalannya model dibuktikan dengan masih adanya truk saat SDR pengiriman masih  $< 1$  seperti ditunjukkan pada Gambar 4.9. Masih terdapat truk yang dapat digunakan untuk melakukan pengiriman sebanyak 860. Hal ini membuktikan bahwa model yang dibangun telah terverifikasi.

#### 4.7 Hasil Model Simulasi Skenario Perbaikan

Hasil dari model simulasi eksisting menggunakan *software* ARENA yang dilakukan selama 180 hari dengan 3 replikasi dicatat pada data excel dengan

menggunakan modul *readwrite* pada ARENA. Berikut ini hasil dari model simulasi skenario perbaikan tersebut.

#### 4.7.1 Waktu Tunggu Antri *Loading*

Dengan adanya perubahan jam mulai berangkat berdasarkan jarak maka waktu truk untuk dapat melakukan *loading* juga ikut disesuaikan dengan segmentasi jam berangkat tersebut. Hal ini menyebabkan truk yang mengantri pada jam-jam tertentu sudah merupakan truk yang terbagi berdasarkan jarak dekat, menengah, dan jauh. Berikut ini merupakan rata-rata truk menunggu antri *loading*.

Tabel 4.17 Rata-rata Waktu Antri *Loading* Perbaikan

Dist	Rata-rata Waktu Antri <i>Loading</i> (jam)	Dist	Rata-rata Waktu Antri <i>Loading</i> (jam)	Dist	Rata-rata Waktu Antri <i>Loading</i> (jam)	Dist	Rata-rata Waktu Antri <i>Loading</i> (jam)
1	2,085649	12	1,780099	23	0,212923	34	1,336979
2	2,026538	13	0,400241	24	1,575144	35	0,189927
3	1,950622	14	1,832695	25	0,252564	36	0,012723
4	2,116685	15	1,38696	26	1,51034	37	0,12956
5	1,388977	16	1,862324	27	1,391834	38	0
6	1,87976	17	1,837406	28	0,127798	39	0,033447
7	1,999389	18	1,626522	29	1,658969	40	0,579121
8	0,331619	19	0,191353	30	0,856172	41	0,9315
9	2,072981	20	0,553924	31	1,369893	42	0,990787
10	0,301972	21	1,825774	32	0,050494	43	0,014272
11	1,952324	22	1,573956	33	0,871018	44	0,636734

Berdasarkan Tabel 4.17 rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menunggu *antri loading* sebesar 1,08 jam.

#### 4.7.2 Waktu Tunggu *Time Windows*

Truk yang datang ke distributor diluar jam operasional distributor tidak dapat melakukan *unloading*. Dengan adanya segmentasi jam berangkat mempengaruhi lama waktu tunggu *time windows*. Hal ini dikarenakan truk akan melakukan pengiriman sudah diatur agar sampai pada distributor saat jam buka operasional distributor tersebut. Berikut ini pengaruh *stock to demand ratio* dan segmentasi jam berangkat truk terhadap rata-rata truk menunggu *time windows*.

Tabel 4.18 Rata-rata Waktu Tunggu *Time Windows* Perbaikan

Dist	Rata-rata Waktu Tunggu <i>Time Windows</i> (jam)	Dist	Rata-rata Waktu Tunggu <i>Time Windows</i> (jam)	Dist	Rata-rata Waktu Tunggu <i>Time Windows</i> (jam)	Dist	Rata-rata Waktu Tunggu <i>Time Windows</i> (jam)
1	9,134825	12	9,927718	23	0	34	9,600251
2	9,350586	13	14,41048	24	8,409752	35	18,91811
3	8,452818	14	7,978145	25	17,99944	36	0,001461
4	9,814081	15	9,00114	26	8,040098	37	12,65829
5	9,042989	16	8,989968	27	9,38846	38	14,51955
6	9,044594	17	8,580866	28	0,002292	39	17,74343
7	10,37533	18	8,307708	29	9,463696	40	8,514322
8	17,32274	19	0	30	9,724909	41	10,05558
9	9,992453	20	22,07645	31	9,457148	42	8,733872
10	0	21	8,537933	32	17,5024	43	15,40328
11	9,432189	22	9,983203	33	8,675446	44	9,463017

Berdasarkan Tabel 4.18 rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menunggu *time windows* sebesar 9,86 jam.

#### 4.7.3 Waktu Tunggu Antri *Unloading*

Dengan adanya perubahan *stock to demand ratio* sebagai dasar pengiriman semen ke masing-masing distributor, mengakibatkan jumlah truk yang



datang akan sesuai dengan kebutuhan tiap distributor. Hal ini mempengaruhi lama suatu truk antri *unloading*. Berikut ini rata-rata truk menunggu antri *unloading*.

Tabel 4.19 Rata-rata Waktu Tunggu Antri *Unloading* Perbaikan

<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Antri Unloading (jam)</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Antri Unloading (jam)</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Antri Unloading (jam)</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Antri Unloading (jam)</b>
<b>1</b>	2,528172	12	1,033817	23	1,143387	34	0,570628
<b>2</b>	2,784353	13	2,407302	24	0,900124	35	0,752261
<b>3</b>	2,388126	14	0,330425	25	0,418958	36	0,84063
<b>4</b>	1,312837	15	1,563494	26	0,358088	37	0,581905
<b>5</b>	0,357107	16	0,568501	27	0,336167	38	0,04244
<b>6</b>	1,838195	17	0,701543	28	2,025368	39	0,261778
<b>7</b>	0,441794	18	0,633253	29	0,189401	40	0,135042
<b>8</b>	1,775315	19	1,718397	30	1,424918	41	0,113827
<b>9</b>	1,106889	20	2,940652	31	0,162415	42	0,450494
<b>10</b>	6,340056	21	0,840283	32	0,175628	43	0
<b>11</b>	1,380059	22	3,373656	33	0,347786	44	0,19833

Berdasarkan

Tabel 4.19 rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menunggu *antri unloading* sebesar 1.13 jam.

#### 4.7.4 Waktu Siklus

Waktu siklus juga dipengaruhi oleh adanya segmentasi jam berangkat dan perhitungan SDR. Berikut ini besar rata-rata waktu siklus masing-masing distributor.

Tabel 4.20 Rata-rata Waktu Siklus Perbaikan

<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Siklus (jam)</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Siklus (jam)</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Siklus (jam)</b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata Waktu Siklus (jam)</b>
1	46,76479	12	42,56227	23	18,01968	34	48,36305
2	46,71844	13	68,91604	24	43,87608	35	62,72392
3	44,53216	14	46,72519	25	58,69888	36	17,44358
4	40,97568	15	43,45655	26	48,17949	37	67,76434
5	44,42075	16	40,67658	27	44,10891	38	67,24349
6	48,10654	17	51,28287	28	17,82013	39	60,3192
7	40,60623	18	45,04692	29	48,59048	40	48,6457
8	55,29232	19	16,39094	30	46,54952	41	55,15266
9	53,34297	20	118,6254	31	41,31112	42	47,90062
10	24,33293	21	41,55694	32	54,30717	43	54,67413
11	42,08368	22	48,56204	33	51,07016	44	42,21863

#### 4.7.5 *Service Level* Distributor

*Service level* distributor pada skenario perbaikan mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan jumlah yang dikirimkan ke distributor disesuaikan dengan kondisi riil distributor. Berikut ini rata-rata *service level* pada masing-masing distributor menggunakan skenario perbaikan.

Tabel 4.21 Rata-rata *Service Level* Perbaikan

<b>Dist</b>	<b>Rata-rata <i>Service Level</i></b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata <i>Service Level</i></b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata <i>Service Level</i></b>	<b>Dist</b>	<b>Rata-rata <i>Service Level</i></b>
1	0,988968	12	0,957767	23	0,957315	34	0,938566
2	0,958536	13	0,826272	24	0,935026	35	0,796822
3	0,949563	14	0,988206	25	0,763645	36	0,935132
4	0,986944	15	0,844224	26	0,965133	37	0,808073
5	0,831244	16	0,969545	27	0,955544	38	0,620091
6	0,967068	17	0,964742	28	0,937879	39	0,750047

<b>7</b>	0,979075	18	0,973149	29	0,953192	40	0,928301
<b>8</b>	0,853531	19	0,946947	30	0,833771	41	0,876786
<b>9</b>	0,971712	20	0,975436	31	0,948024	42	0,937626
<b>10</b>	0,925034	21	0,965946	32	0,752437	43	0,747718
<b>11</b>	0,96869	22	0,913016	33	0,875424	44	0,894833

#### 4.7.6 Utilitas Truk

Utilitas truk merupakan waktu pemakaian truk terhadap waktu keseluruhan simulasi. Berikut ini merupakan laporan utilitas truk yang digunakan pada model simulasi skenario perbaikan.

Tabel 4.22 Utilitas Truk Perbaikan

Replikasi	Utilitas Truk
<b>1</b>	0.2637
<b>2</b>	0.2648
<b>3</b>	0.2689
<b>Rata-rata Utilitas</b>	0.2658

**(Halaman ini sengaja dikosongkan)**

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL**

Pada bab ini akan dilakukan analisis dan interpretasi hasil dari pengolahan data yang dilakukan pada bab sebelumnya. Analisis yang dilakukan pada bab ini adalah analisis model simulasi kebijakan eksisting, analisis model simulasi skenario perbaikan dan analisis perbandingan hasil dari kebijakan eksisting dan skenario perbaikan.

#### **5.1 Analisis Model Simulasi Kebijakan Eksisting**

Pada model simulasi kebijakan eksisting, penggunaan rasio pemenuhan sebagai prioritas pengiriman ke distributor, tidak adanya segmentasi jam berangkat akan mempengaruhi *service level* masing-masing distributor.

##### **5.1.1 Analisis Simulasi Kebijakan Eksisting Perusahaan**

Simulasi kebijakan eksisting pada penelitian ini digunakan untuk menggambarkan alur pengiriman yang saat ini diterapkan oleh PT. X. *Trigger* pengiriman yang digunakan yaitu banyak semen zak yang telah dikirim terhadap besar order yang ditetapkan perusahaan di awal bulan. Hal ini menyebabkan adanya ketimpangan *stock* di distributor serta hilangnya kesempatan perusahaan untuk menjualkan produk kepada pelanggan. Sehingga *trigger* ini kurang mencerminkan kebutuhan riil lapangan.

Proses selanjutnya yaitu *loading* semen zak ke truk. Dengan adanya 26 *loading line* yang tersedia di pabrik, setiap truk yang akan melakukan proses *loading* harus mengantri. Tidak adanya pembagian waktu antri *loading* menyebabkan secara keseluruhan truk mengantri lebih lama.

Setelah truk telah selesai melakukan proses *loading* maka selanjutnya truk dapat langsung mengirimkan semen ke distributor tanpa mempertimbangkan waktu pengiriman. Hal ini menyebabkan banyak truk yang harus menunggu di distributor dikarenakan sampai bukan pada *time windows* distributor. Waktu tunggu *time windows* ini dapat memiliki nilai yang besar apabila datang bukan pada hari kerja

karena harus menunggu hingga hari kerja dan besar waktu *time windows* ini bisa lebih lama dibandingkan waktu perjalanan ke distributor.

Waktu siklus eksisting memiliki nilai yang besar dikarenakan banyak waktu non produktif seperti menunggu *time windows* distributor dan waktu antri *unloading*. Waktu antri *unloading* pada kondisi eksisting memiliki nilai yang besar dikarenakan truk yang datang tidak dapat langsung melakukan *unloading*. Hal ini terjadi karena tidak tersedianya kapasitas gudang distributor.

## 5.2 Analisis Model Simulasi Skenario Perbaikan

Adanya penggunaan *stock to demand ratio* sebagai pengganti rasio pemenuhan dalam memprioritaskan pengiriman ke distributor dan secara tidak langsung dapat mempengaruhi *service level* masing-masing distributor, dan adanya segmentasi jam berangkat berdasarkan jarak distributor dapat mempengaruhi waktu siklus.

### 5.2.1 Analisis Simulasi Skenario Perbaikan

Perbedaan yang dilakukan pada skenario perbaikan yaitu *trigger* pengiriman, aturan jam mulai proses antri *loading*, dan segmentasi jam berangkat. *Trigger* pengiriman diubah menjadi *stock to demand ratio* dimana mempertimbangkan kekritisian stok di distributor (*on hand* dan *in transit*) dibandingkan dengan kebutuhan distributor selama *lead time* pengiriman. Hal ini menyebabkan semen yang dikirim sesuai dengan kebutuhan distributor dan dapat dibuktikan melalui adanya peningkatan *service level* sebesar 37.17%. Selain itu, penggunaan *stock to demand ratio* ini juga mempengaruhi jumlah truk yang digunakan untuk pengiriman sehingga mempengaruhi truk yang mengantri *unloading* datang tersebut dapat memenuhi permintaan distributor. Utilitas truk meningkat menjadi 26.58%.

Proses selanjutnya yaitu adanya jam mulai antri *loading*. Jam mulai antri *loading* disesuaikan dengan jam mulai berangkat pengiriman ke distributor. Durasi jam antri *loading* didasarkan dari hasil model eksisting selama kurang lebih 2 jam sehingga aturan jam mulai antri *loading* dimulai 2 jam sebelum durasi segmentasi jam berangkat untuk jarak menengah sedangkan untuk jarak pendek diberikan

tambahan menjadi 4 jam agar dengan adanya aturan tersebut dapat menghasilkan nilai *antri loading* yang lebih cepat.

Adanya segmentasi jam berangkat distributor yang disesuaikan pada lama perjalanan distributor menghasilkan waktu tunggu *time windows* yang semakin kecil. Semua pengiriman jarak dekat dikirim pada pukul 05.00-10.00 agar truk yang datang ke distributor pada hari itu juga. Sedangkan untuk pengiriman jarak menengah dikirim pada pukul 18.00-24.00 sehingga truk datang masih pada *time windows* distributor. Dan untuk pengiriman jarak jauh dapat dilakukan kapanpun untuk mengantisipasi ketidakpastian yang besar.

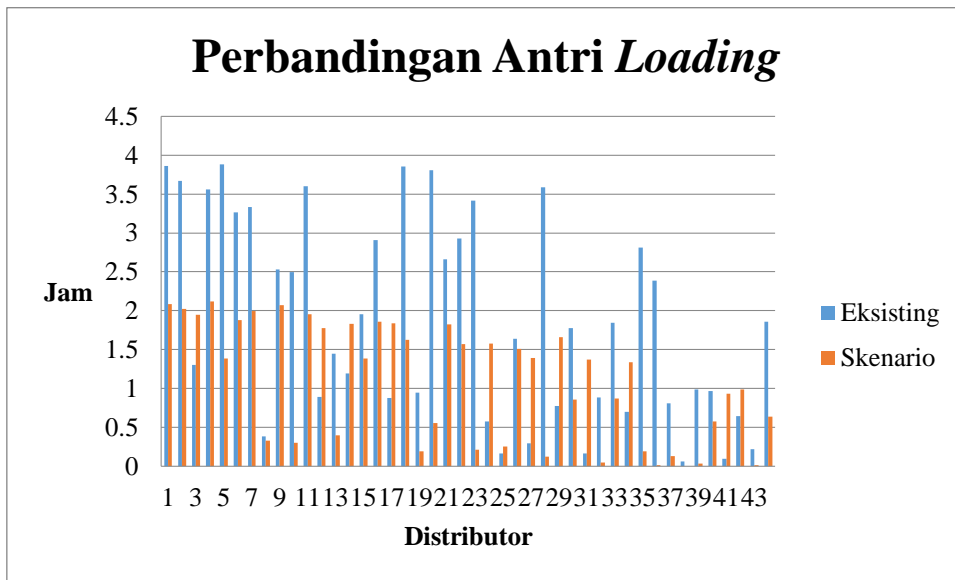
Dampak dari penerapan mekanisme pada skenario perbaikan dapat dilihat dari semakin meningkatnya *service level* distributor sebesar 37.17%. Hal ini menyebabkan perputaran truk sesuai dengan kebutuhan masing-masing distributor dan dapat meningkatkan utilitas truk 12.16%.

### **5.3 Analisis Perbandingan Hasil Model Eksisting dan Skenario Perbaikan**

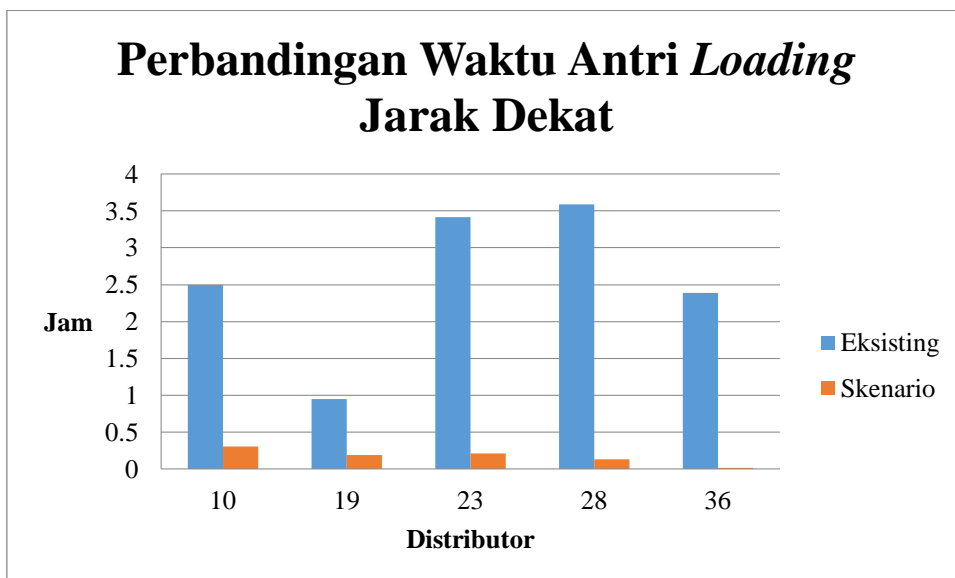
Perbandingan antara model simulasi eksisting dengan skenario perbaikan untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada saat menggunakan skenario perbaikan.

#### **5.3.1 Analisis Perbandingan Waktu Antri *Loading***

Terdapat pembagian waktu antri *loading* untuk mengurangi lama truk harus menunggu sejak antri *loading* dan pemberangkatan truk sesuai segmentasi jam berangkat. Rentang waktu 4 jam sebelum jam mulai berangkat didasarkan pada batas maksimal waktu antri *loading* pada kondisi eksisting sebesar kurang lebih 4 jam untuk jarak dekat. Sedangkan untuk jarak menengah menjadi 2 jam agar dapat menghasilkan nilai *antri loading* yang lebih pendek. Untuk jarak jauh tidak terdapat *range* waktu antri *loading* dikarenakan *loading* dan pengiriman dapat dilakukan kapan saja untuk mengurangi ketidakpastian yang terjadi. Berikut ini perbandingan waktu antri *loading*.

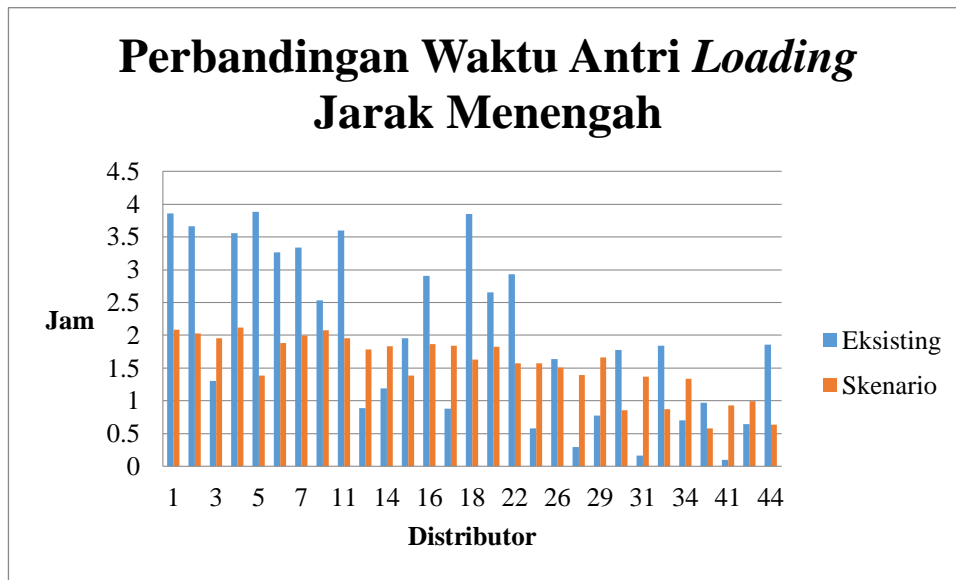


Gambar 5.1 Perbandingan Waktu Antri *Loading*

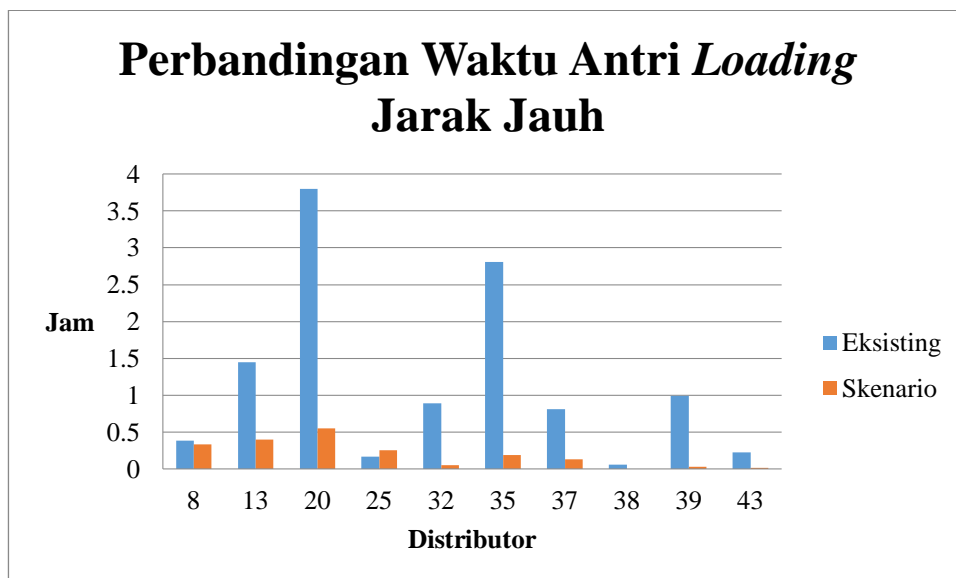


Gambar 5.2 Perbandingan Waktu Antri *Loading* Jarak Dekat





Gambar 5.3 Perbandingan Waktu Antri *Loading* Jarak Menengah



Gambar 5.4 Perbandingan Waktu Antri *Loading* Jarak Jauh

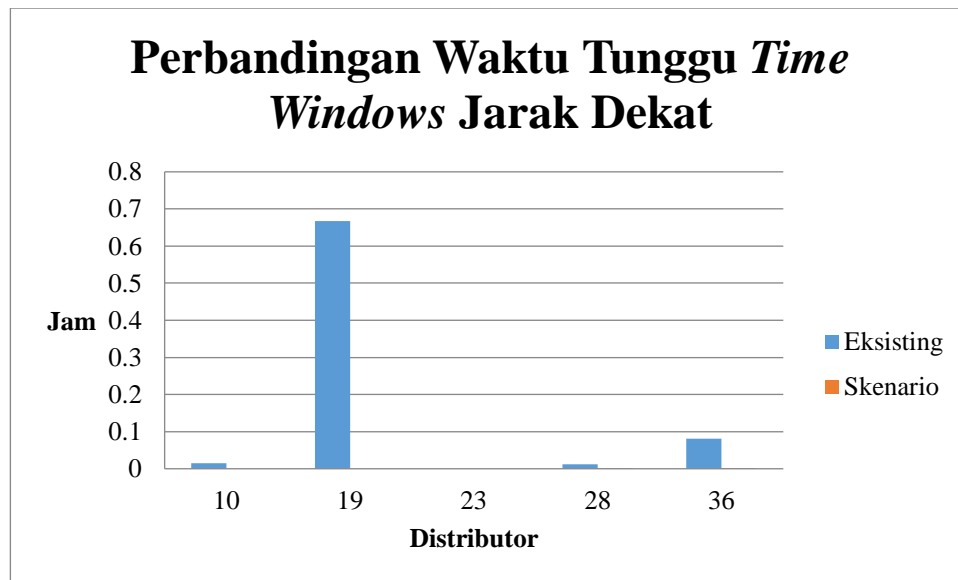
Berdasarkan Gambar 5.2 dapat diketahui bahwa nilai antri *loading* seluruh distributor jarak dekat dapat berkurang dengan rata-rata sebesar 0.96 jam. Sedangkan untuk jarak menengah seperti pada Gambar 5.3, masih terdapat beberapa distributor yang mengalami peningkatan nilai antri *loading*. Namun secara rata-rata nilai antri *loading* untuk jarak menengah menurun sebesar 0.438 jam. Berdasarkan Gambar 5.4, dapat diketahui bahwa nilai antri *loading* untuk jarak jauh mengalami peningkatan dan penurunan karena tidak terdapat pembagian

waktu antri *loading* untuk jarak tersebut. Namun secara rata-rata nilai antri *loading* untuk jarak jauh menurun sebesar 0.96 jam.

### 5.3.2 Analisis Perbandingan Waktu *Time Windows*

#### 1. Perbandingan Waktu Tunggu *Time Windows* Jarak Dekat

Pada pengiriman jarak dekat, didapatkan hasil waktu tunggu *time windows* seperti pada grafik dibawah ini.

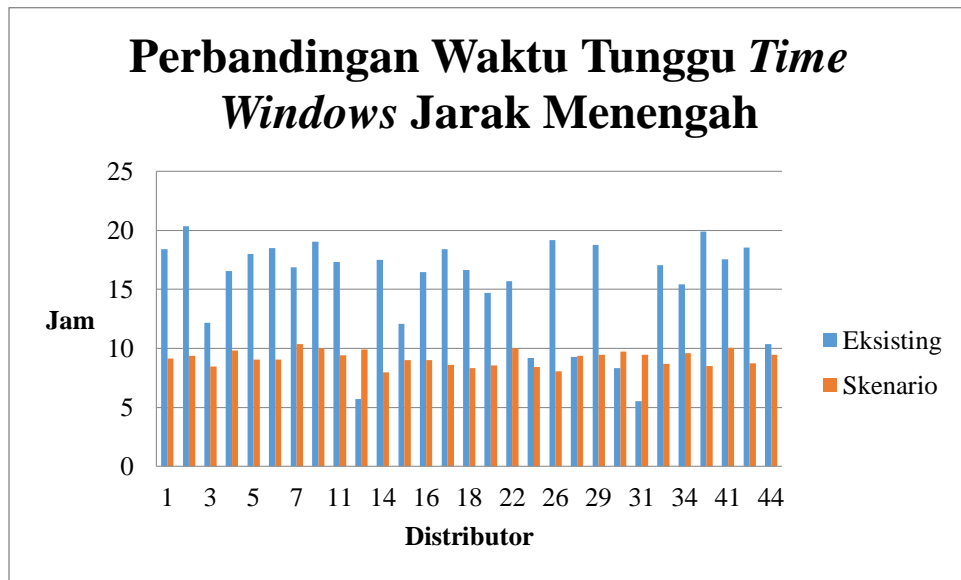


Gambar 5.5 Perbandingan Waktu Tunggu *Time Windows* Jarak Dekat

Secara keseluruhan waktu tunggu *time windows* untuk jarak dekat menurun hingga menjadi 0. Hal ini dikarenakan pada model skenario perbaikan, pengiriman untuk jarak dekat dilakukan pada hari itu juga.

#### 2. Perbandingan Waktu Tunggu *Time Windows* Jarak Menengah

Pada pengiriman jarak menengah, didapatkan hasil waktu tunggu *time windows* seperti pada grafik dibawah ini.

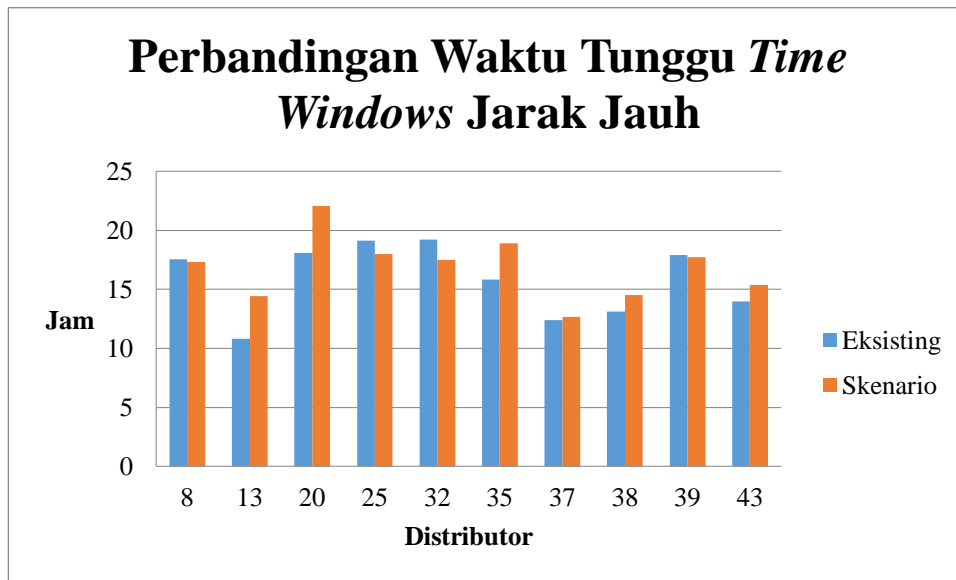


Gambar 5.6 Perbandingan Waktu Tunggu *Time Windows* Jarak Menengah

Beberapa truk yang diassign memiliki waktu tunggu *time windows* untuk jarak menengah menurun namun juga terdapat beberapa truk yang memiliki nilai tunggu *time windows* semakin meningkat. Hal ini dikarenakan pada model skenario perbaikan, pengiriman untuk jarak menengah dilakukan pada pukul 18.00-24.00. Namun rata-rata waktu tunggu *time windows* untuk jarak menengah menurun sebesar 6.14 jam.

### 3. Perbandingan Waktu Tunggu *Time Windows* Jarak Jauh

Pada pengiriman jarak menengah, didapatkan hasil waktu tunggu *time windows* seperti pada grafik dibawah ini.

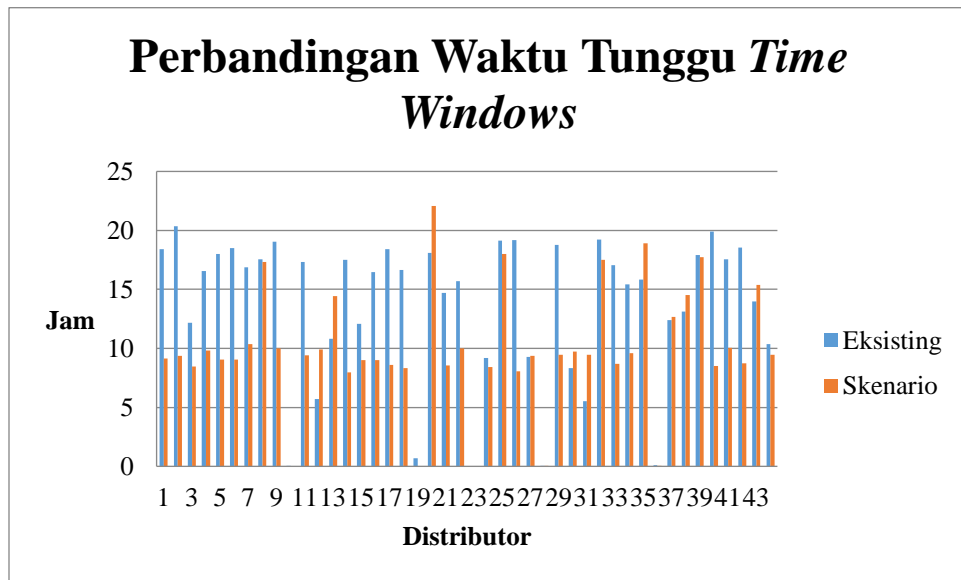


Gambar 5.7 Perbandingan Waktu Tunggu *Time Windows* Jarak Jauh

Berdasarkan Gambar 5.7 waktu tunggu *time windows* untuk jarak jauh dapat mengalami penurunan atau peningkatan. Hal ini dikarenakan pada model skenario perbaikan, pengiriman untuk jarak jauh dapat dilakukan kapan saja. Secara rata-rata waktu tunggu *time windows* jarak jauh menurun sebesar 1.045 jam.

#### 4. Perbandingan Waktu Tunggu *Time Windows* Keseluruhan

Penerapan segmentasi jam berangkat menghasilkan adanya perubahan waktu tunggu *time windows* distributor. Berikut ini grafik perbandingan waktu tunggu *time windows* untuk seluruh distributor.

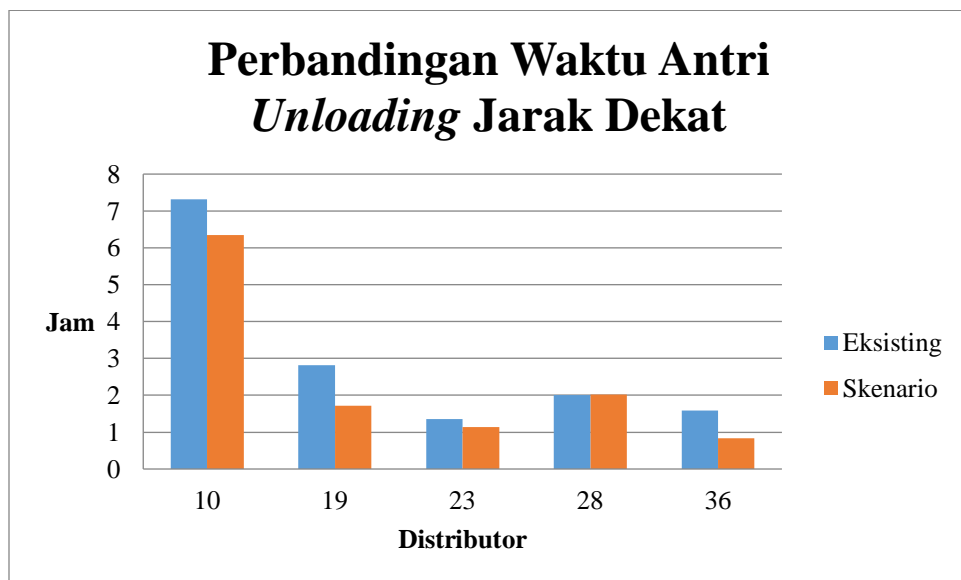


Gambar 5.8 Perbandingan Waktu Tunggu *Time Windows*

#### 5.3.3 Analisis Perbandingan Waktu Antri *Unloading*

##### 1. Perbandingan Waktu Antri *Unloading* Jarak Dekat

Berikut ini merupakan grafik perbandingan waktu antri *unloading* jarak dekat antara eksisting dan perbaikan.



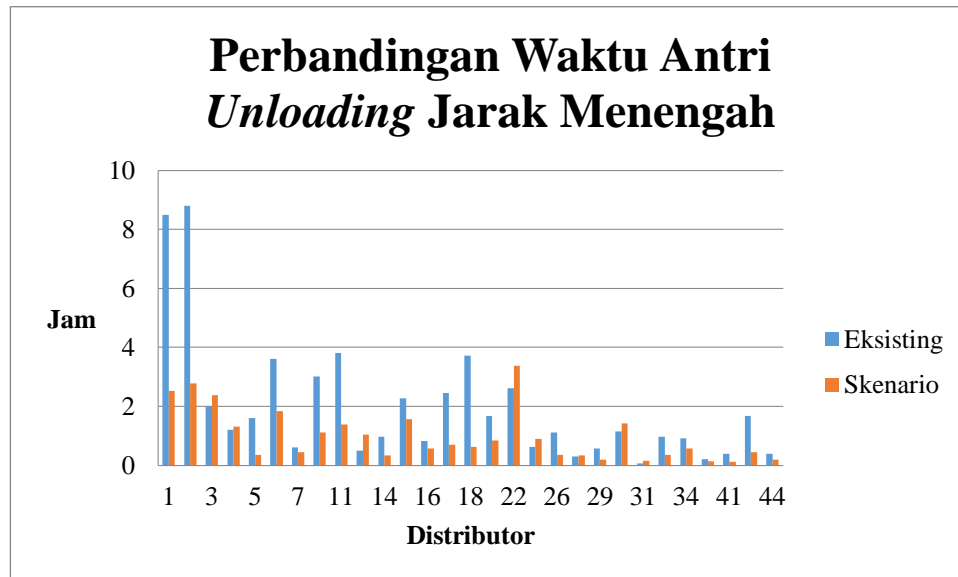
Gambar 5.9 Perbandingan Waktu Antri *Unloading* Jarak Dekat

Berdasarkan Gambar 5.9 dapat diketahui bahwa waktu antri *unloading* jarak dekat menurun 0,6 jam. Hal ini dipengaruhi oleh kebijakan baru yang

diterapkan yaitu segmentasi jam berangkat dan *stock to demand ratio*. Truk akan dikirimkan sesuai dengan kebutuhan distributor.

## 2. Perbandingan Waktu Antri *Unloading* Jarak Menengah

Berikut ini merupakan grafik perbandingan waktu antri *unloading* jarak menengah antara eksisting dan perbaikan.

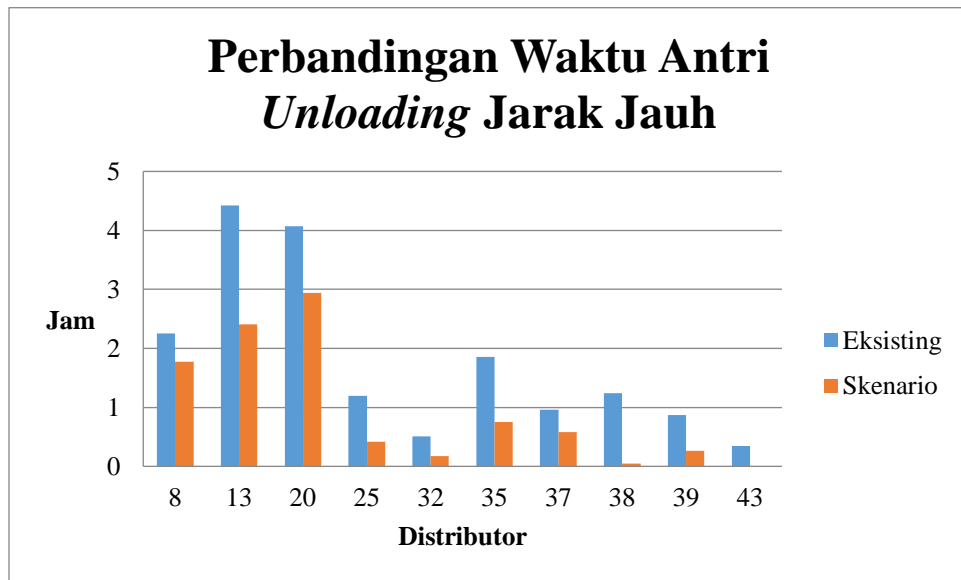


Gambar 5.10 Perbandingan Waktu Antri *Unloading* Jarak Menengah

Berdasarkan Gambar 5.10 dapat diketahui bahwa waktu antri *unloading* jarak menengah menurun 0,97 jam. Hal ini dipengaruhi oleh kebijakan baru yang diterapkan yaitu segmentasi jam berangkat dan *stock to demand ratio*. Truk akan dikirimkan sesuai dengan kebutuhan distributor.

## 3. Perbandingan Waktu Antri *Unloading* Jarak Jauh

Berikut ini merupakan grafik perbandingan waktu antri *unloading* jarak jauh antara eksisting dan perbaikan.



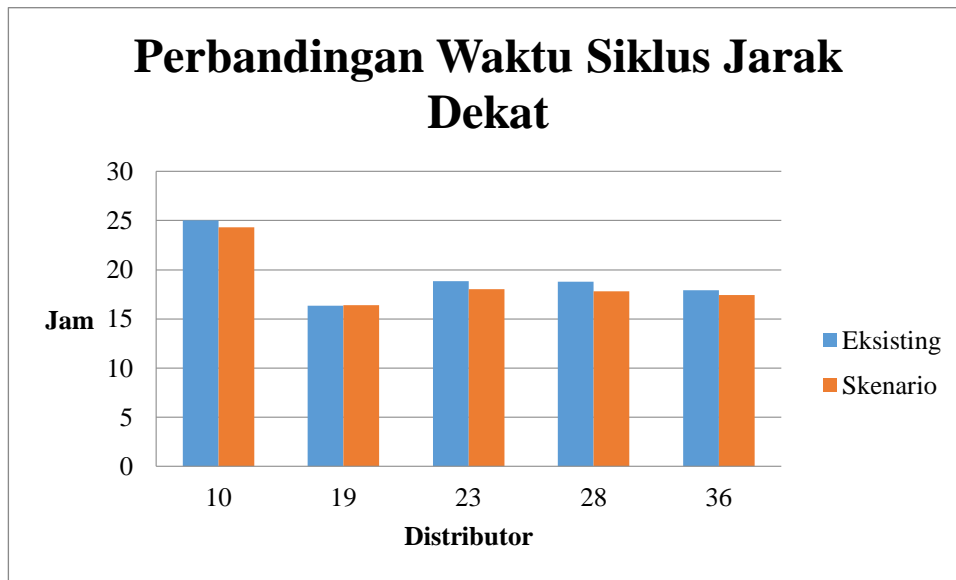
Gambar 5.11 Perbandingan Waktu Antri *Unloading* Jarak Jauh

Berdasarkan Gambar 5.11 dapat diketahui bahwa waktu antri *unloading* jarak jauh menurun 0,83 jam. Hal ini dipengaruhi oleh kebijakan baru yang diterapkan yaitu *stock to demand ratio*. Truk akan dikirimkan sesuai dengan kebutuhan distributor.

#### 5.3.4 Analisis Perbandingan Waktu Siklus Truk

##### 1. Perbandingan Waktu Siklus Jarak Dekat

Berikut ini merupakan grafik perbandingan waktu siklus jarak dekat antara eksisting dan perbaikan.

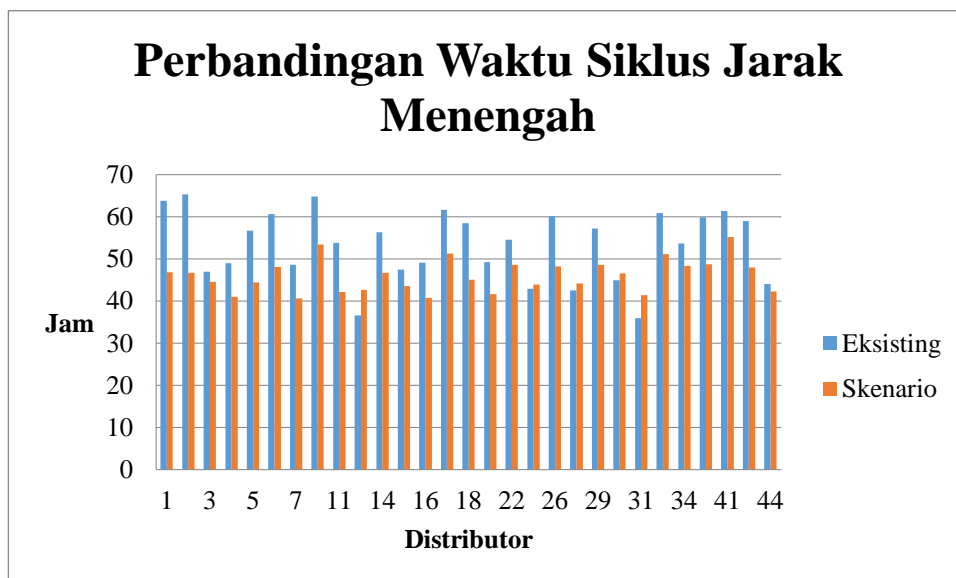


Gambar 5.12 Perbandingan Waktu Siklus Jarak Dekat

Berdasarkan Gambar 5.12 diketahui bahwa waktu siklus jarak dekat menurun 0,57 jam. Hal ini dipengaruhi oleh kebijakan baru yang diterapkan yaitu segmentasi jam berangkat dan *stock to demand ratio*. *Stock to demand ratio* menghasilkan pengiriman sesuai dengan kapasitas gudang distributor.

## 2. Perbandingan Waktu Siklus Jarak Menengah

Berikut ini merupakan grafik perbandingan waktu siklus jarak menengah antara eksisting dan perbaikan.



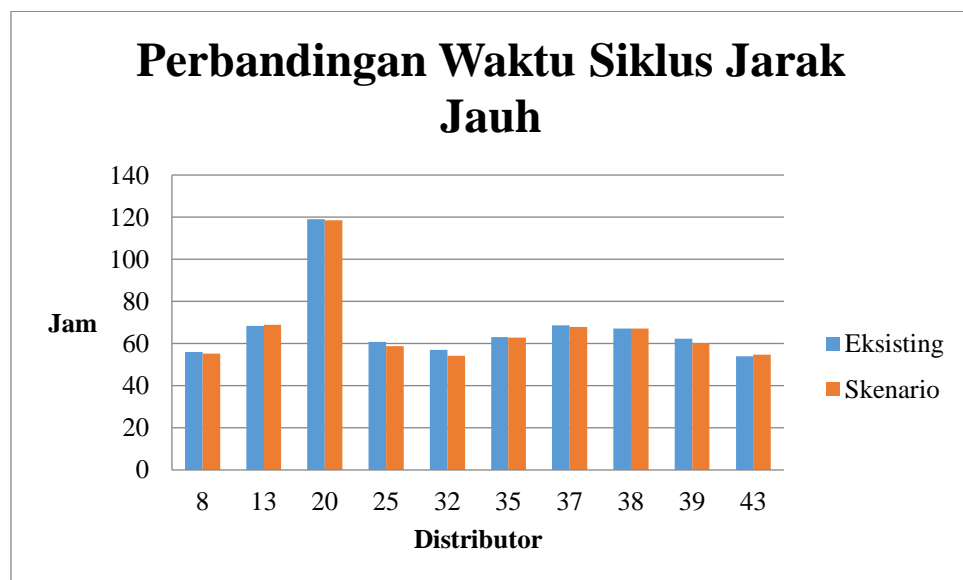
Gambar 5.13 Perbandingan Waktu Siklus Jarak Menengah



Berdasarkan Gambar 5.13 dapat diketahui bahwa waktu siklus jarak menengah menurun sebesar 7.26 jam. Hal ini dipengaruhi oleh kebijakan baru yang diterapkan yaitu segmentasi jam berangkat dan *stock to demand ratio*. *Stock to demand ratio* menghasilkan pengiriman sesuai dengan kapasitas gudang distributor.

### 3. Perbandingan Waktu Siklus Jarak Jauh

Berikut ini merupakan grafik perbandingan waktu siklus jarak jauh antara eksisting dan perbaikan.



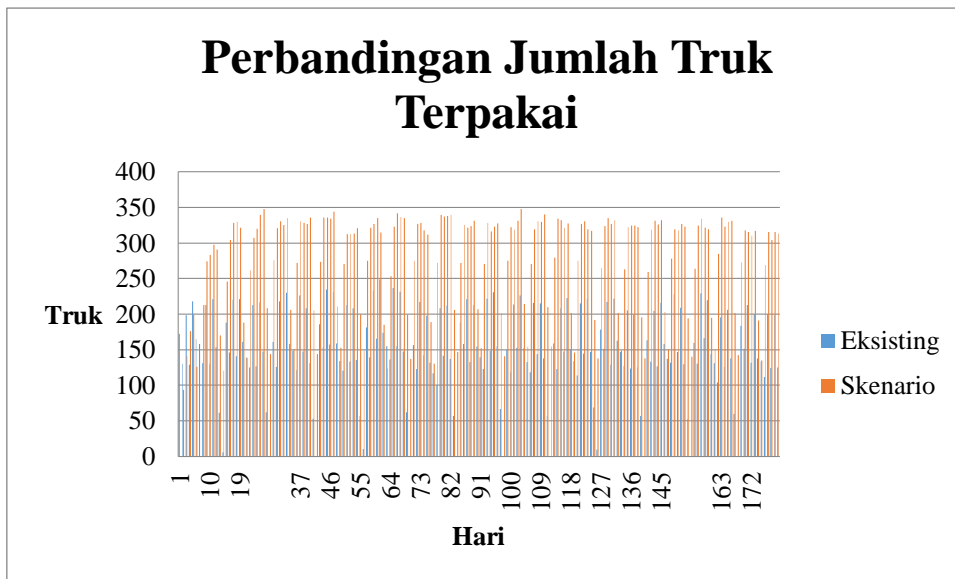
Gambar 5.14 Perbandingan Waktu Siklus Jarak Jauh

Berdasarkan Gambar 5.14 dapat diketahui bahwa waktu siklus jarak jauh menurun 0.78 jam. Walaupun tidak diterapkannya skenario segmentasi jam berangkat pada jarak jauh, skenario *stock to demand ratio* juga dapat mempengaruhi prioritas pengiriman pada jarak jauh dan secara tidak langsung dapat mengurangi waktu siklus tersebut.

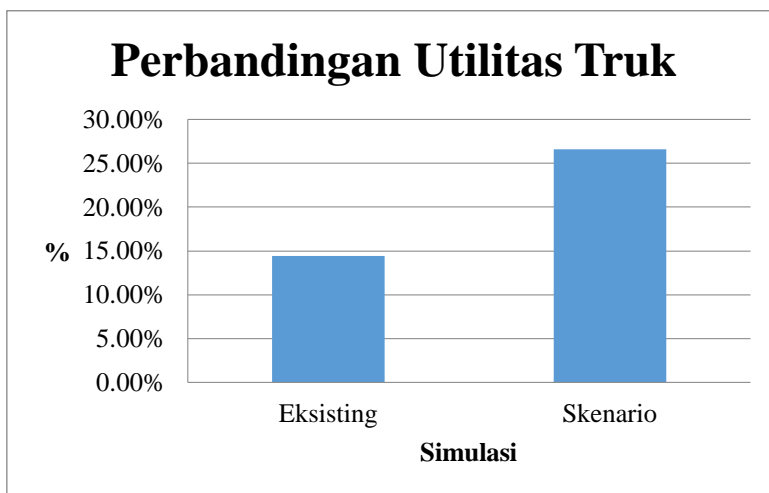
#### 5.3.5 Analisis Perbandingan Jumlah Truk dan Utilitas Truk

Jumlah truk yang dibutuhkan pada simulasi eksisting yaitu sebanyak 157 truk sedangkan pada skenario perbaikan hanya membutuhkan 270 truk. Hal ini dipengaruhi oleh pada skenario perbaikan pengiriman disesuaikan pada kebutuhan riil distributor dan dapat meningkatkan *service level* sehingga dampaknya yaitu

membutuhkan jumlah truk yang lebih banyak. Berikut ini perbandingan jumlah truk terpakai selama 180 hari antara eksisting dengan perbaikan.



Gambar 5.15 Perbandingan Jumlah Truk Terpakai

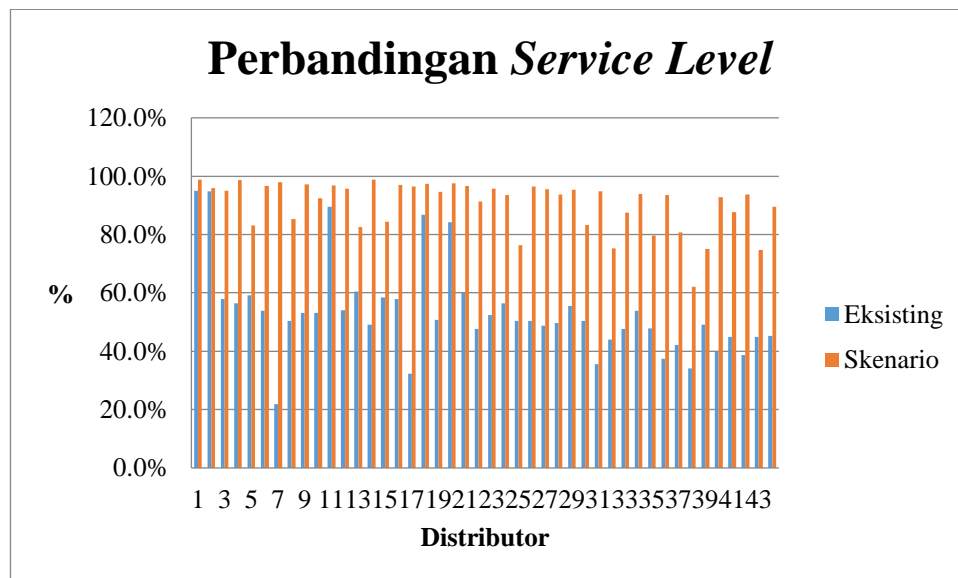


Gambar 5.16 Perbandingan Utilitas Truk

Berdasarkan Gambar 5.16 dapat diketahui bahwa utilitas truk meningkat pada skenario perbaikan. Hal ini disebabkan oleh pengiriman semen disesuaikan dengan kebutuhan distributor agar dapat meningkatkan *service level*. Utilitas truk yang meningkat menggambarkan bahwa penggunaan truk digunakan secara optimal dari 1000 truk yang tersedia sehingga tidak banyak truk yang menganggur dan menghasilkan waktu non-produktif. Dengan meningkatnya utilitas truk menghasilkan kenaikan *service level* sebesar 37.17%.

### 5.3.6 Analisis Perbandingan *Service Level*

Berikut ini merupakan grafik perbandingan antara *service level* eksisting dan perbaikan.



Gambar 5.17 Perbandingan *Service Level*

Secara keseluruhan *service level* perbaikan meningkat menjadi 90.45% dikarenakan pengiriman semen ke distributor disesuaikan dengan kebutuhan riil lapangan dan mempertimbangkan kebutuhan selama *lead time* pengiriman.

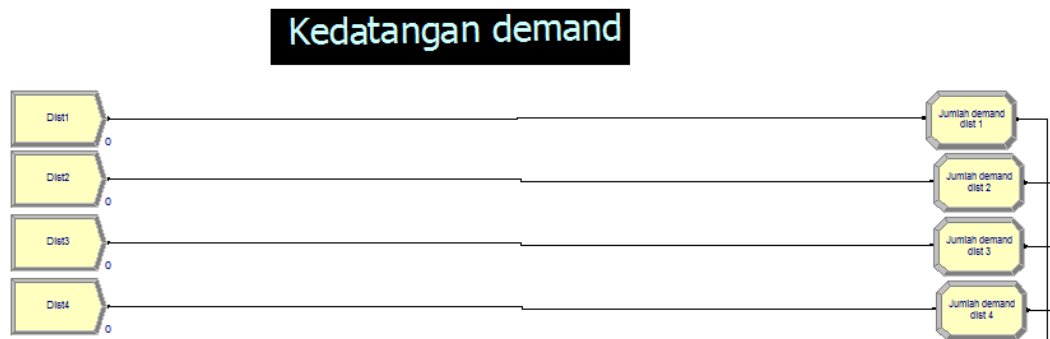
**(Halaman ini sengaja dikosongkan)**

## LAMPIRAN

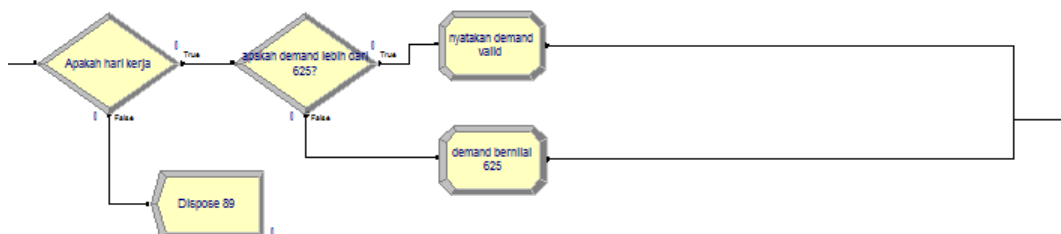
Pada lampiran berikut ini akan ditunjukkan logika model simulasi pada *software* ARENA. Model simulasi yang ditunjukkan yaitu model simulasi kebijakan eksisting dan simulasi kebijakan perbaikan. Pada gambar lampiran berikut ini tidak ditampilkan model simulasi secara keseluruhan untuk semua distributor karena ruang yang tidak mencukupi, sehingga proses yang ditampilkan secara keseluruhan namun diwakili untuk beberapa tujuan.

### I. Simulasi Kebijakan Eksisting

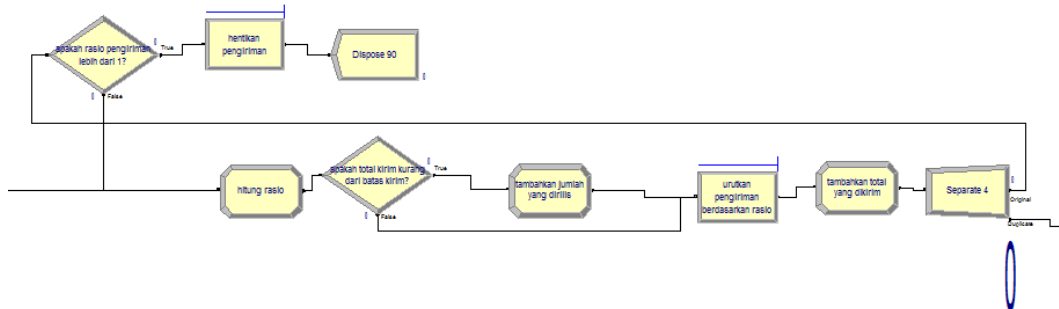
Logika kedatangan demand setiap harinya pada simulasi ARENA



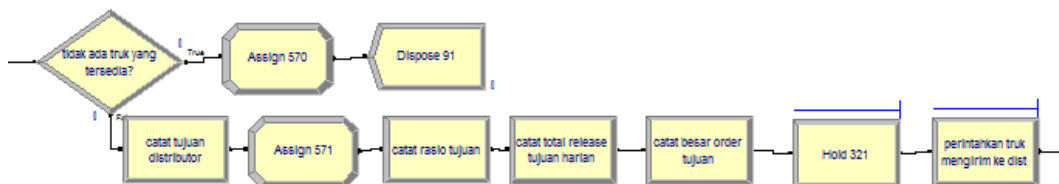
Logika kedatangan demand pada hari kerja dan *valid*



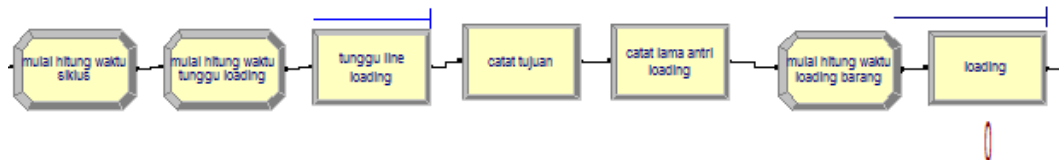
Logika perintah dan pengurutan tujuan pengiriman berdasarkan pada rasio pengiriman pada ARENA



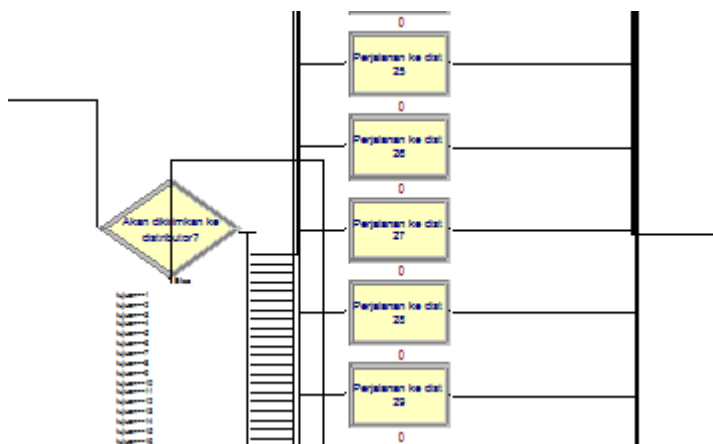
Logika penugasan truk pada model simulasi ARENA



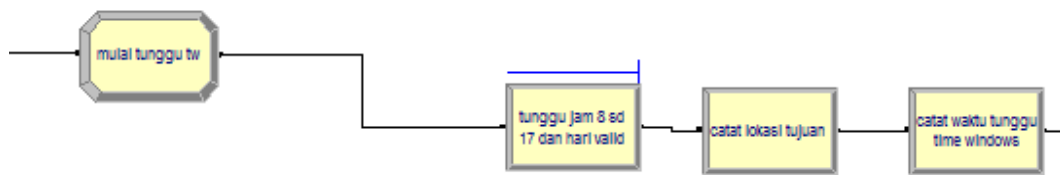
Logika proses *loading* pada model simulasi ARENA



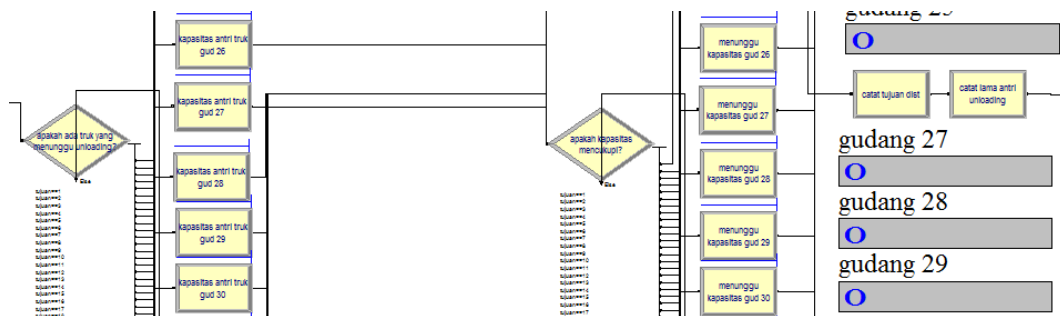
Logika proses perjalanan truk menuju distributor pada model ARENA



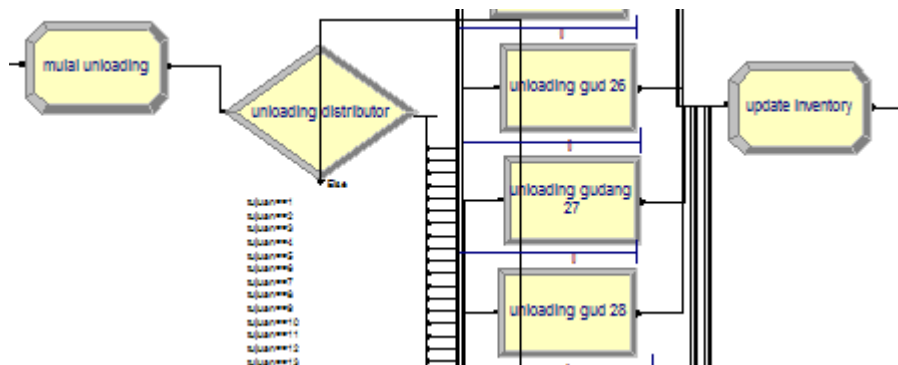
Logika proses menunggu *time windows* pada model simulasi ARENA



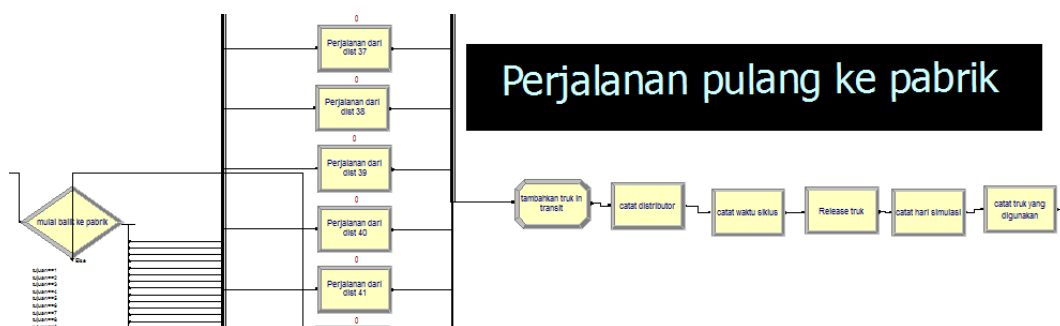
Logika proses menunggu kapasitas dan antri proses *unloading* truk sebelumnya pada model ARENA



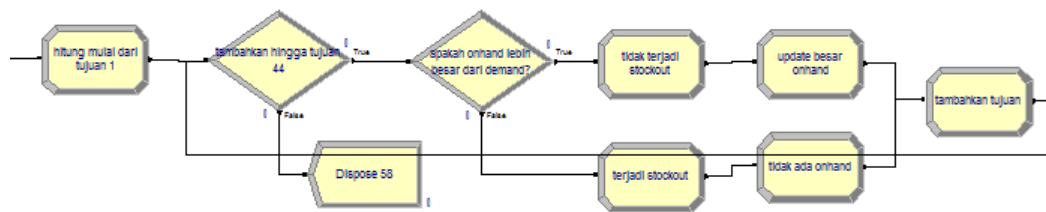
Logika proses unloading di distributor pada model ARENA



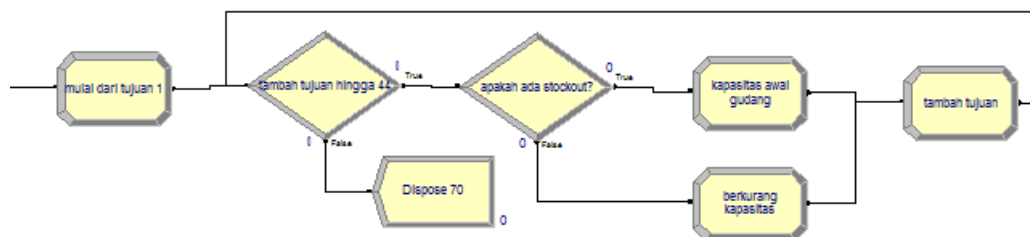
Logika perjalanan truk kembali ke pabrik pada simulasi ARENA



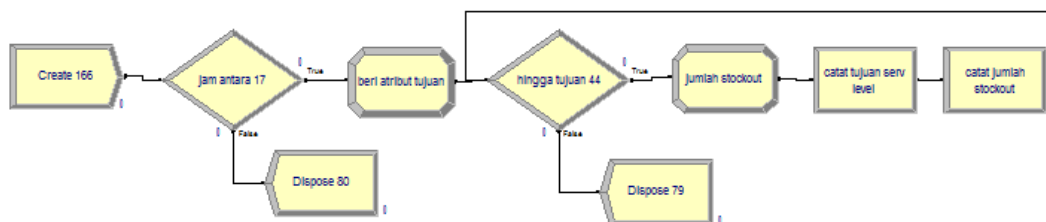
### Logika *update on hand* distributor



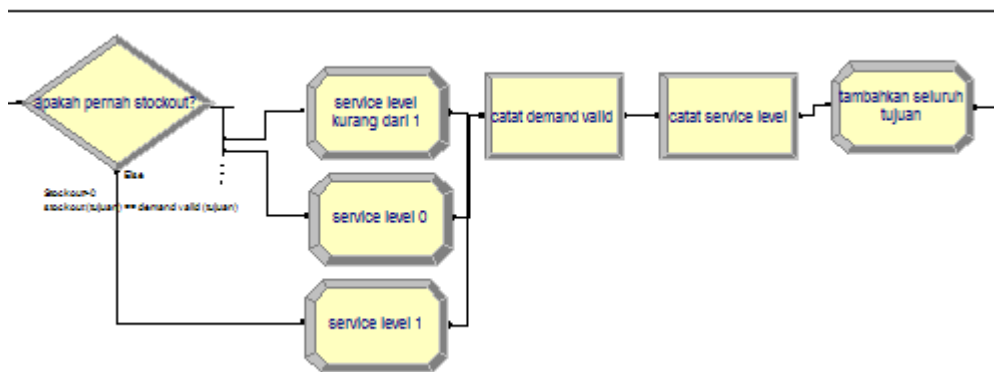
### Logika *update* kapasitas gudang distributor



### Logika *update service level* harian

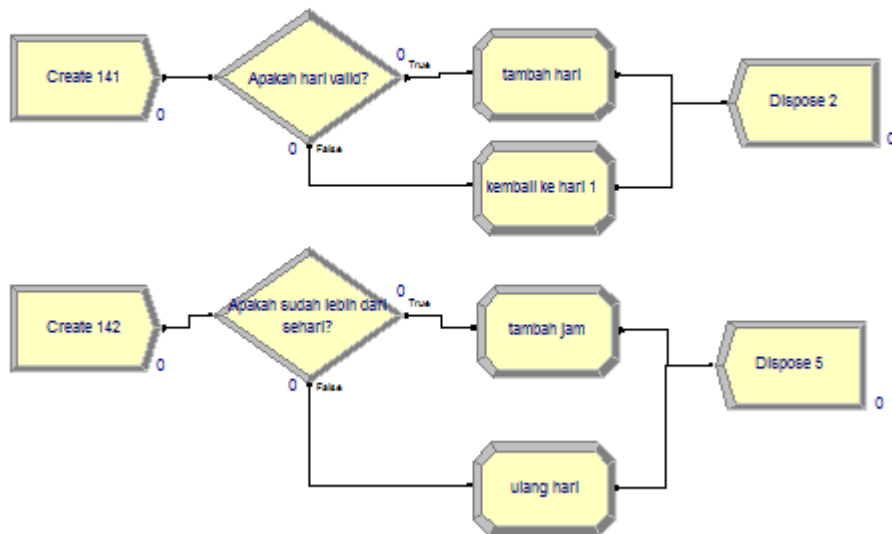






Logika *update* hari dan jam

## Update Hari & Jam

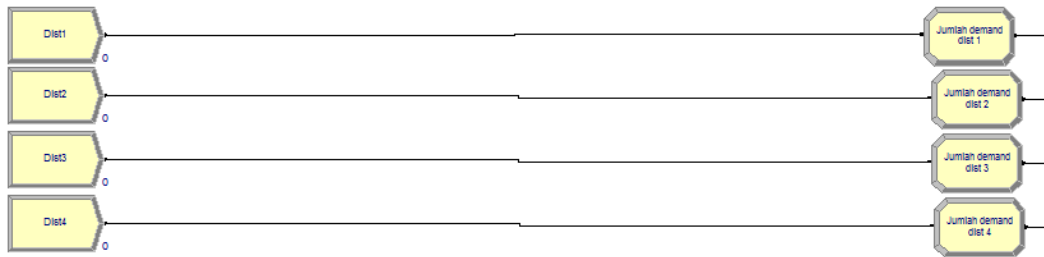


## II. Simulasi Kebijakan Pengiriman Perbaikan

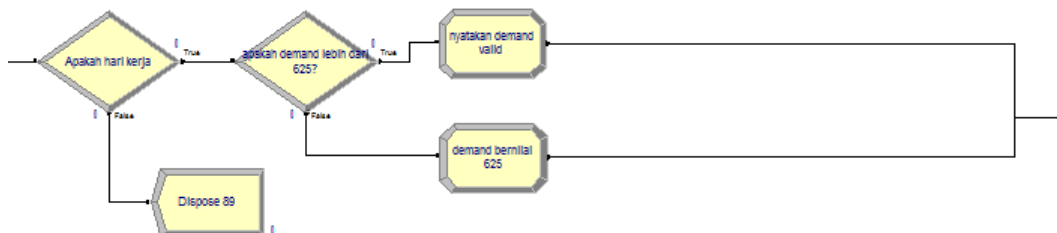
Pada model simulasi kebijakan perbaikan, terdapat perubahan pada perhitungan prioritas pengiriman melalui *stock to demand ratio* dan adanya segmentasi jam berangkat truk.

Logika kedatangan demand pada hari kerja dan dalam jumlah valid

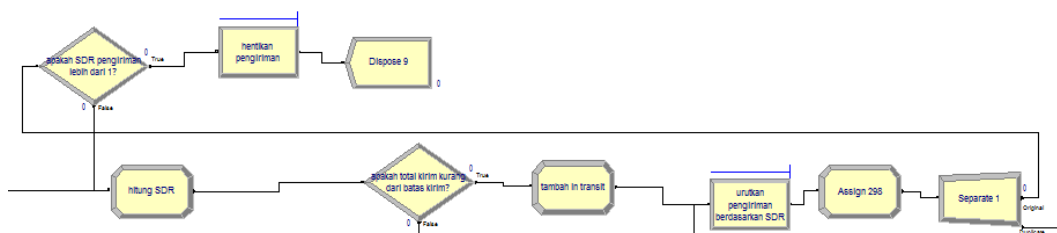
### Kedatangan demand



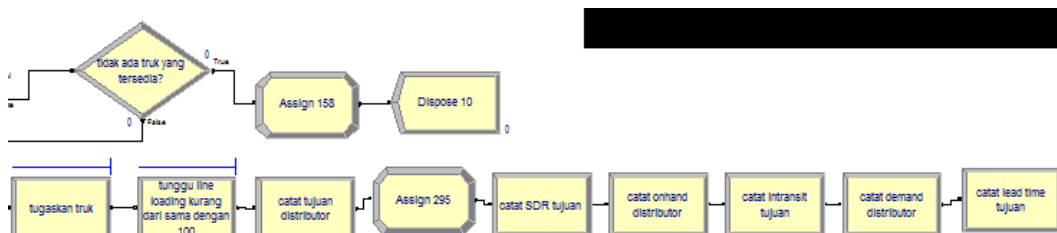
Logika kedatangan demand pada hari kerja dan *valid*



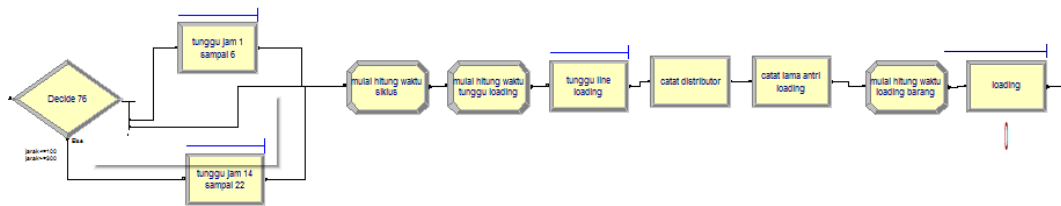
Logika perintah dan pengurutan tujuan pengiriman berdasarkan pada rasio pengiriman pada ARENA



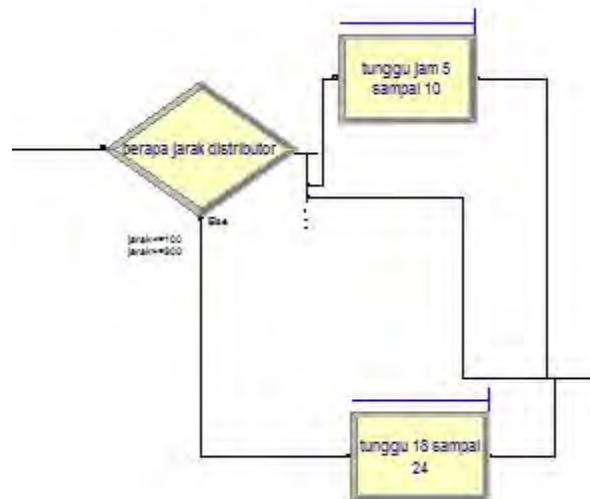
Logika penugasan truk pada model simulasi ARENA



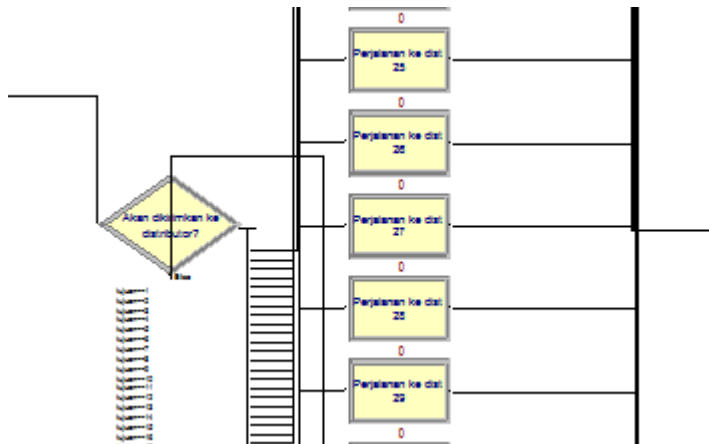
### Logika proses antri *loading* pada model simulasi ARENA



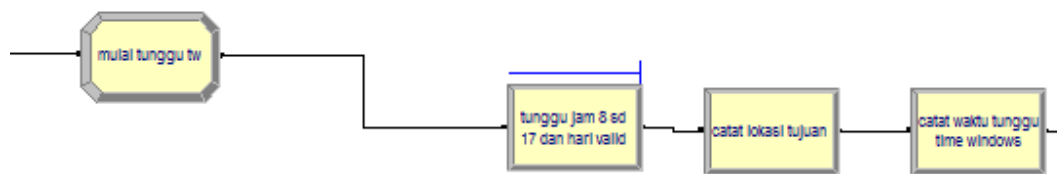
### Logika segmentasi jam berangkat distributor berdasarkan jarak



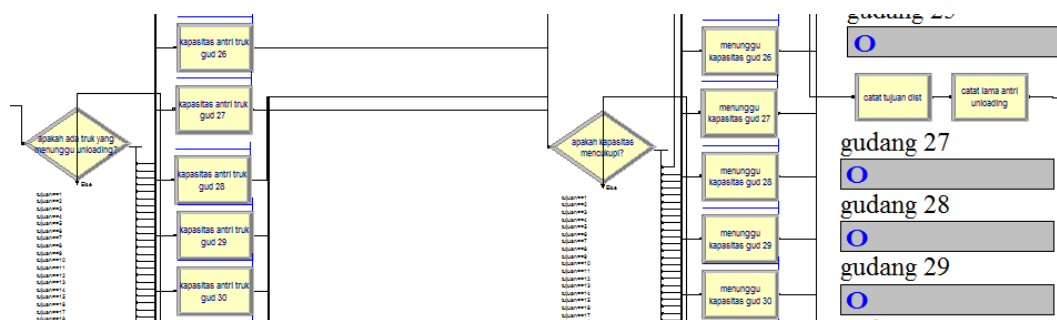
### Logika proses perjalanan truk menuju distributor pada model ARENA



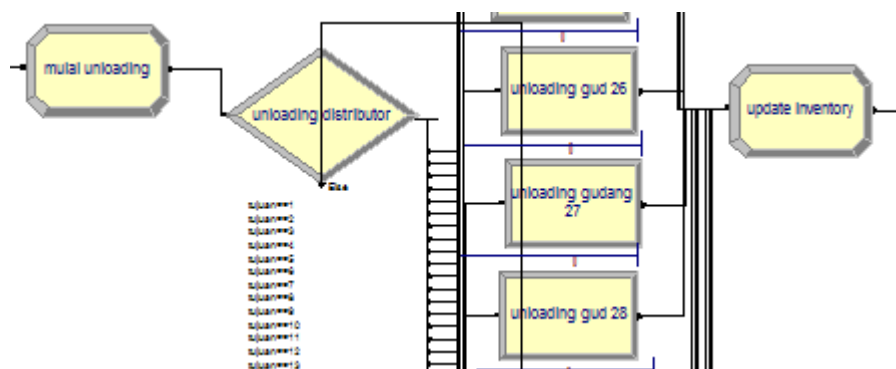
### Logika proses menunggu *time windows* pada model simulasi ARENA



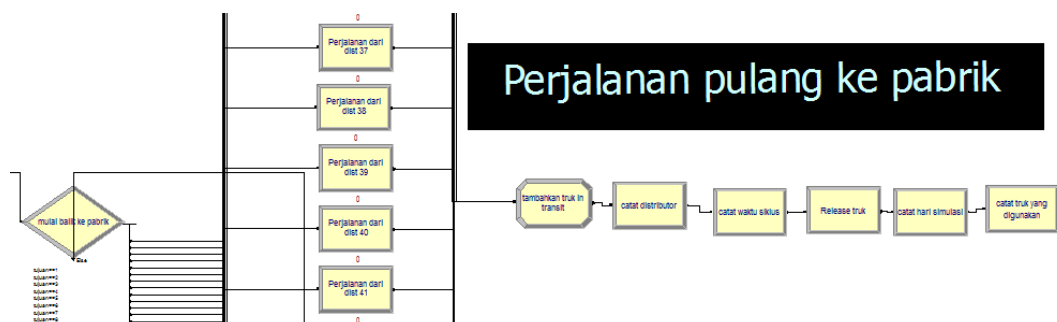
Logika proses menunggu kapasitas dan antri proses *unloading* truk sebelumnya pada model ARENA



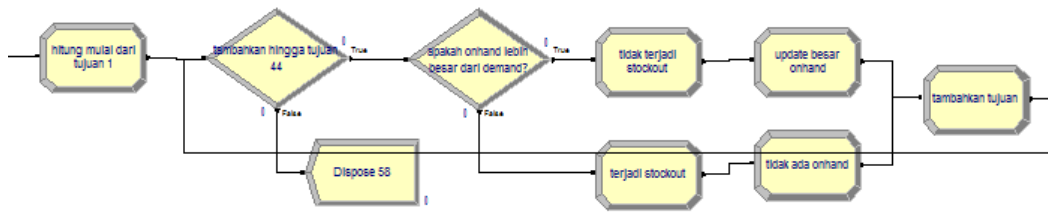
Logika proses unloading di distributor pada model ARENA



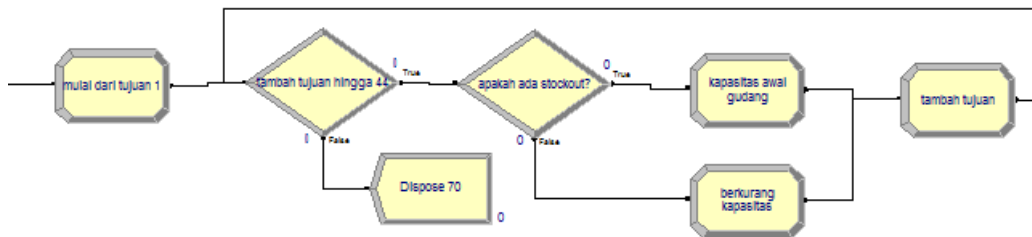
Logika perjalanan truk kembali ke pabrik pada simulasi ARENA



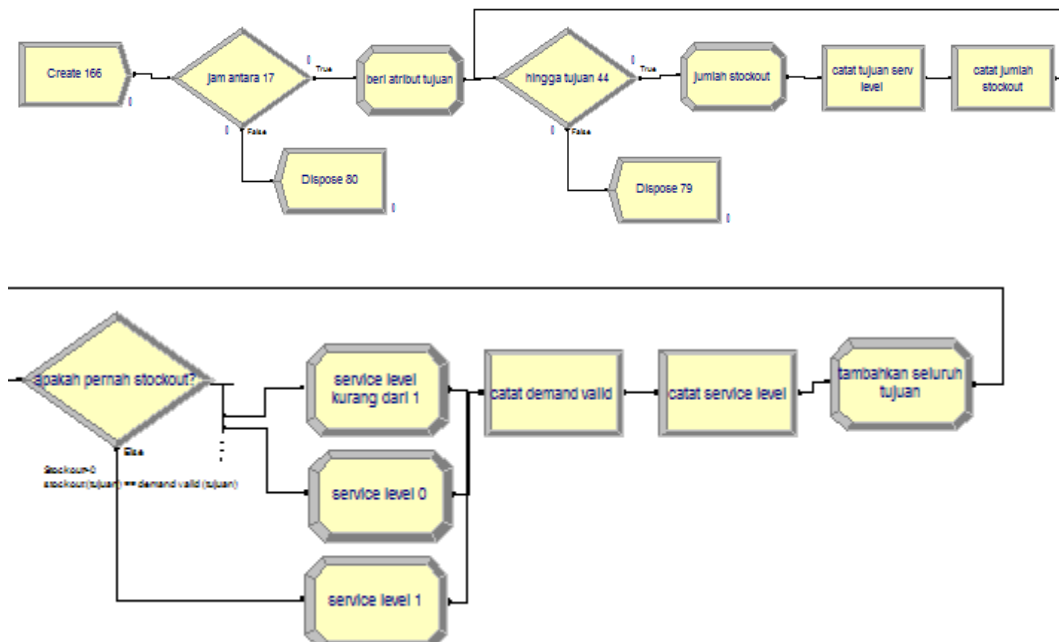
### Logika *update on hand* distributor



### Logika *update* kapasitas gudang distributor

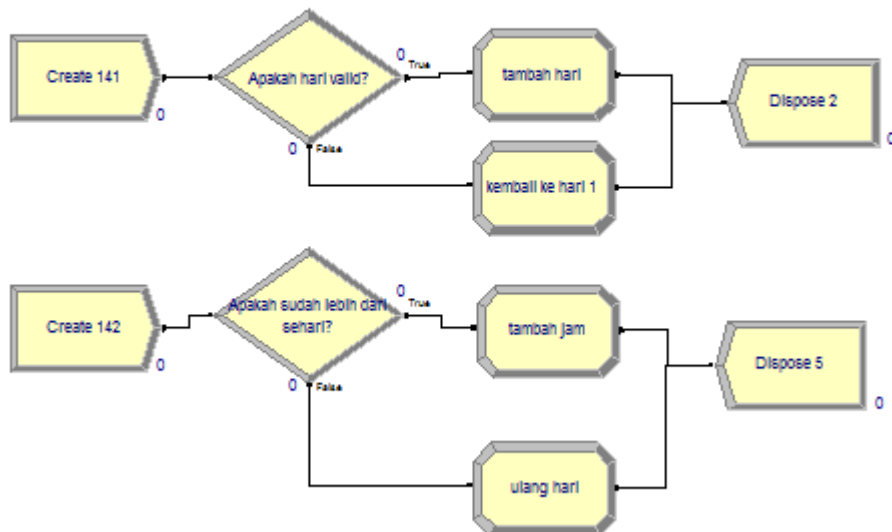


### Logika *update service level* harian



Logika *update* hari dan jam

## Update Hari & Jam



## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian tugas akhir yang sudah dilakukan serta saran-saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian tugas akhir yang sudah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

1. Pada kondisi eksisting, prioritas pengiriman menggunakan rasio pemenuhan yang didasarkan dari jumlah total semen yang sudah dirilis dibandingkan dengan besar *order* per bulan. Hal ini menyebabkan pengiriman semen sering tidak sesuai dengan kebutuhan distributor. Penggunaan *stock to demand ratio* sebagai *trigger* pengiriman dalam pemilihan prioritas distributor pada kondisi perbaikan dan adanya segmentasi jam berangkat menghasilkan penurunan waktu siklus sebesar 5.03 jam.
2. Pada skenario perbaikan terdapat klasifikasi jam antri *loading* pada distributor jarak dekat pada pukul 01.00-06.00 dan menengah pada pukul 16.00-22.00. Hal ini dapat menurunkan waktu antri *loading* di pabrik untuk seluruh distributor sebesar 0,78 jam. Untuk jarak jauh, tidak terdapat klasifikasi jam antri *loading* dikarenakan pengiriman dapat dilakukan kapan saja untuk mengantisipasi ketidakpastiaan yang terlalu tinggi.
3. Pada skenario perbaikan terdapat segmentasi jam berangkat pada distributor jarak dekat dimulai pada pukul 05.00-10.00 dan menengah pada pukul 18.00-24.00. Hal ini dapat menurunkan waktu tunggu *time window* truk bila dibandingkan dengan model eksisting sebesar 3,83 jam. Untuk jarak jauh, pengiriman dapat dilakukan kapan saja dikarenakan ketidakpastiaan yang terlalu tinggi.
4. Waktu antri *unloading* pada model perbaikan mengalami penurunan dikarenakan truk yang diassign ke distributor sesuai dengan kebutuhan dan

kapasitas gudang distributor. Penurunan waktu antri *unloading* sebesar 0,89 jam.

5. Utilitas truk meningkat dari kondisi eksisting sebesar 14% menjadi sebesar 26% pada skenario perbaikan disebabkan oleh perputaran truk mengikuti kebutuhan dan kapasitas distributor.
6. *Service level* pada skenario perbaikan mengalami peningkatan sebesar 37.17%. Hal ini dikarenakan pengiriman semen disesuaikan dengan kekritisian masing-masing distributor (penggunaan kebijakan *stock to demand ratio*).

## 6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dan dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Jumlah distributor yang digunakan lebih banyak dan lebih sesuai dengan kondisi *real* pabrik. Termasuk toko yang dilayani secara langsung oleh pabrik.
2. Adanya pertimbangan perubahan jumlah *loading line* agar dapat mengurangi antrian pada *loading line*.
3. Adanya pertimbangan penambahan tempat untuk menunggu truk sebelum diberangkatkan ke distributor.
4. Pada penelitian ini replikasi pada proses simulasi hanya dilakukan sebanyak 3 replikasi, sehingga pada penelitian selanjutnya replikasi dapat ditambahkan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ballou, R. H., 2004. *Business Logistics/Supply Chain Management*. Fifth Edition penyunt. New Jersey: Prentice Hall.
- Banks, J., Carson, J., Nelson, B. & Nicol, D., 2000. *Discrete Event System Simulation*. 3rd Edition ed. New Jersey: Prentice-Hall.
- Batsyn, M. & Ponomarenko, A., 2014. Heuristic for a real-life truck and trailer routing problem. *Procedia Computer Science*, Issue 31, pp. 778-792.
- Caridi, M., Moretto, A., Perego, A. & Tumino, A., 2014. The benefits of supply chain visibility: A value assessment. *Int. J. Production Economics*, Issue 151, pp. 1-19.
- Chao, I.-M., 2002. A tabu search method for truck and trailer routing problem. *Computers & Operational Research*, Issue 29, pp. 33-51.
- Chopra, S. & Meindl, P., 2001. *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. New Jersey: Prentice Hall.
- Dantzig, G. & Ramser, J., 1959. The Truck dispatcing problem. *Management Science*, 6(1), pp. 80-91.
- Flood, M., 1956. The travelling-salesman problem. *Operation Research*, 4(1), pp. 61-75.
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P. & Swets, N. B., 2010. *Simulation with Arena*. Fifth Edition penyunt. New York: McGraw-Hill Companies Inc..
- Madasari, W. R., 2012. *Analisis Biaya Distribusi dan Transportasi Untuk Jaringan Distribusi Semen Dengan Adanya Packing Plant (Studi Kasus: PT. Semen Gresik (Persero), Tbk*. Tugas Akhir penyunt. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- McLeod, R. & Schell, G., 2003. *Management Information System*. 8rd Edition penyunt. New Jersey: Prentice Hall.
- Pujawan, I. N. & Mahendrawati, 2010. *Supply Chain Management*. Edisi Kedua penyunt. Surabaya: Guna Widya.

- Respandy, R. P., 2013. *Penjadwalan Dispatching Truck Dari Packer Di Pabrik Semen Indonesia Tuban*. Tugas Akhir penyunt. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Schriber, T., 1987. The Nature and Role of Simulation in the Design of Manufacturing Systems. *Simulation in CIM and Artificial Intelligence Techniques*, Volume 25, pp. 5-18.

## BIOGRAFI PENULIS



Afildawina Fakhriah, yang lahir pada 21 Oktober 1993 di Kota Surabaya ini tercatat sebagai mahasiswi Jurusan Teknik Industri 2012. Sebelumnya, penulis menempuh pendidikannya di TK ABA Sepanjang, SD Muhammadiyah 1-2 Sepanjang, SMP Al-falah Deltasari, dan SMA Negeri 1 Sidoarjo.

Selama masa kuliah di Teknik Industri ITS, penulis aktif di berbagai kegiatan yang mengasah *softskill* dan *hardskill*. Penulis aktif di Himpunan Teknik Industri

ITS sebagai staff Departemen Edukasi dan Kesejahteraan Mahasiswa (DIKESMA). Penulis diberikan kesempatan menjadi salah satu bagian dari Bakor Pemandu FTI ITS. Penulis juga diberikan kesempatan untuk ikut dalam organisasi Sobat Bumi Indonesia sebagai penerima beasiswa.

Pada tahun ketiga, penulis diberikan kesempatan untuk melaksanakan Kerja Praktek di PT Pertamina MOR V Surabaya pada subfungsi *Procurement and Budgeting* Fungsi Teknik. Penulis dapat dihubungi melalui email [afildawina\\_fakhriah@yahoo.com](mailto:afildawina_fakhriah@yahoo.com).